Memel=, Pregel= und Weichselstrom,

ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse.

Eine hydrographische, wasserwirthschaftliche und wasserrechtliche Darstellung.

Auf Grund des Allerhöchsten Erlasses vom 28. Februar 1892
im Auftrage
des preußischen Wasser=Ausschusses
herausgegeben von

H. Keller
Geheimer Baurath, Vorsteher des Bureaus des Ausschusses.

Band III.

Weichselstrom in Schlesien und Polen.



Berlin
Verlag von Dietrich Reimer (Ernst Vohsen).
1899.

Memel-, Pregel- und Weichselstrom,

ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse.

Eine hydrographische, wasserwirthschaftliche und wasserrechtliche Darstellung.

Auf Grund des Allerhöchsten Erlasses vom 28. Februar 1892

im Auftrage

des preußischen Wasser-Ausschusses

herausgegeben von

H. Keller

Geheimer Baurath, Vorsteher des Bureaus des Ausschusses.

Band III.

Weichselstrom in Schlesien und Polen.



Berlin

Verlag von Dietrich Reimer (Ernst Vohsen).

1899.



Druck von Otto Elsner, Berlin S. 42.

Inhalt.

1. Abtheilung. Gebietsbeschreibungen.

2. Abtheilung. Flußbeschreibungen.



1. Abtheilung.

Gebietsbeschreibungen.

1. Abtheilung. 1. Kapitel.

Das Gebiet der Kleinen Weichsel.

(Quelle bis Przemszamündung.)

Der Weichsel-Quellfluß, welcher in den westlichen Beskiden unmittelbar neben der zum Oderstromgebiete gehörigen Olsa entspringt und verläuft, ist der kleinste unter den Karpathenflüssen des Weichselstromgebiets. Am Rande der Schlesisch-polnischen Platte wendet sich die Olsa gegen Westen, die Weichsel gegen Osten; beide Flüsse bilden hier die Reichsgrenze zwischen Oesterreich und Preußen. Erst in dieser Grenzstrecke erhält die Weichsel durch Aufnahme einiger Gebirgsbäche von der rechten (österreichischen) und Hügellandbäche von der linken (preußischen) Seite solchen Gebietszuwachs, daß ihre Niederschlagsfläche die des benachbarten Solagebietes übertrifft. Größer wie jedes einzelne dieser Flußgebiete ist das der Przemsza, welche kurz oberhalb der Solamündung die beträchtlichen Abflußmassen eines namhaften Theiles der Schlesisch-polnischen Platte hinzubringt. Bis zur Mündung dieses linken Nebenflusses stellt die Weichsel einen Hochwasserfluß dar, dessen Nutzbarkeit für Schiffahrtzwecke erst nach seiner Vereinigung mit der Przemsza beginnt. Von da abwärts wird der Fluß von den Anliegern Weichsel (Wisla), oberhalb dagegen mit richtiger Bezeichnung der Sachlage Kleine Weichsel (Wiselka) genannt.

Bis Schwarzwasser fließt die Kleine Weichsel, parallel mit der Olsa und Sola, senkrecht zur Hauptrichtung der Beskiden, annähernd gegen Norden, biegt dann aber gegen Osten um und verfolgt die tiefe Rinne am Südrande der Polnisch-schlesischen Platte nach dieser Seite. Der südliche Gebietstheil, welcher ein kleines Stück des Beskidengebirges und seines Vorlandes umfaßt, gehört fast ganz zu Oesterreichisch-Schlesien, der nördliche Gebietstheil im Westen der Przemsza und ihres Nebenbaches Brinitza zum preußischen Oberschlesien, im Osten vorwiegend zu Russisch-Polen; geringe Flächen des südlichen und nördlichen Gebietstheils liegen in Galizien. Beide Abschnitte des Gebietes der Kleinen Weichsel sind einander so unähnlich, daß sie getrennt betrachtet werden müssen. Obgleich der südliche Abschnitt, welcher hauptsächlich dem Gebirgslande angehört, erheblich kleiner ist als der nördliche, dem Hügel- und Flachlande angehörige, so bedingt

er doch im überwiegenden Maße die Eigenart des Abflußvorganges. Die nachfolgende Gebietsbeschreibung behandelt daher

A) den südlichen Abschnitt (Antheil der Beskiden),

B) den nördlichen Abschnitt (Antheil der Polnisch-schlesischen Platte).

A. Südlicher Abschnitt (Antheil der Beskiden).

1. Bodengestalt.

Am Ochozditostocke (+ 894 m), auf welchem die Stromgebiete der Oder, Donau und Weichsel zusammenstoßen, zweigt von der Hauptkette der westlichen Beskiden ein nordwärts gerichteter Querrücken ab, der das Quellbecken der Weichsel von jenem ihres Nebenflusses Sola trennt. Zu ihm gehört (nahe an der Hauptkette) der Karolowkaberg (+ 930 m), an welchem die das Olsaquellthal einschließende nördliche Parallelkette beginnt mit dem Beskidek (+ 763 m), dem Glebjec (+ 829 m) und dem + 970 bis 990 m hohen Stocke des Wjelki-Stozek. Beim Wjelki-Stozek zweigt ein Querrücken unter rechtem Winkel gegen Norden ab, dessen Kammhöhe sich allmählich auf + 763 m vermindert, im Beskid-Sattel auf + 684 m herabsinkt, jenseits aber bald wieder auf dem Gipfel des Großen Czantory die Meereshöhe + 995 m erreicht, auf dem nordwärts vorgeschobenen Kleinen Czantory + 864 m. Der Kamm dieses Gebirgsrückens führt die westliche Wasserscheide des Weichselgebietes nach dem Vorlande der Beskiden, in welches sie auf den niedrigeren Ausläufern des Kleinen Czantory hinabsteigt. Durch das Hügelland zieht sie mit mehrfachen Krümmungen in vorwiegend nördlicher Richtung, nähert sich oberhalb des Städtchens Schwarzwasser der Weichsel bis auf 1,8 km Abstand und liegt dort (+ 258 m) auf der Sohlenhöhe des Weichselthals. Die Höhenverhältnisse würden ebenso gut ermöglichen, daß die Kleine Weichsel westwärts nach der schlesischen Seite flösse, als daß sie ostwärts nach der galizischen Seite fließt. (Vgl. Oder-Werk, Bd. II S. 28/29.)

Die vom Karolowkaberge nach Westen bis zum Wjelki-Stozek und dann nach Norden verlaufende Wasserscheide gegen das Oderstromgebiet bildet die südliche und westliche Begrenzung des Quellgebiets der Kleinen Weichsel. Die östliche Begrenzung bildet der am Ochozditostocke beginnende, vom Karolowkaberge weiter nordwärts ziehende Querrücken, der mit dem oben beschriebenen parallel gerichtet, aber breiter, massiger und höher ist. Die stattliche Kuppe der Barania, wo die Weiße Weichsel entspringt, erhebt sich auf + 1214 m, die Malinowska-skala an der Abzweigung des Skrzycznerückens auf + 1150 m und die Kammhöhe dieses Gebirgszweigs selbst bis zu + 1250 m, der Klimczok auf + 1119 m und die Kamitzer Platte auf + 954 m. An der Grabowa (+ 905 m) erfolgt eine Gabelung in zwei Aeste, von denen der westliche das Weichsel- vom Brennitzathale trennt (Rownica bei Ustron + 883 m), während der östliche, im Klimczok gipfelnde Ast seine Zweige gegen Nordwesten ausbreitet bis zur Linie Gr.-Gurek—Nikelsdorf, wo das Gebirge jähe in ein + 350/400 m hohes Vorland übergeht Dies flachhügelige Vorland dacht sich gegen Norden langsam nach dem Alluvial-

thale der Weichsel ab, dessen Höhenlage bei Schwarzwasser + 258 und an der Bialamündung + 242 m beträgt.

Im Osten wird der beschriebene massige Querrücken zunächst vom Solathale, hierauf vom Bialathale begrenzt. Das Solathal ist bei Saybusch kesselartig erweitert und steht an diesem Kessel (+ 330/400 m) über eine flache Bodenschwelle hinweg unmittelbar mit dem Bialathale in offener Verbindung, wogegen die Sola selbst das Gebirge in enger Schlucht weiter östlich mühsam durchbrochen hat. Die von Saybusch nach den Schwesterstädten Bielitz-Biala führende Eisenbahn überschreitet die Thalwasserscheide in + 420 m Meereshöhe; aber das malerische Waldgebirge steigt zur Linken und Rechten steil auf + 900 m und darüber empor. Zur Rechten erhebt sich die vom Durchbruchsthale der mittleren Sola östlich begrenzte Berggruppe der Magurka (+ 933 m) mit der nordwärts anschließenden kurzen Kozylaskette (+ 839 m), welche nach dem + 350/400 m hohen hügeligen Vorlande rasch abfällt. Die Höhenlage des Vorlandes nimmt allmählich ab gegen das Weichselthal hin, welches im Osten von Oswjencim (Auschwitz) eine unmerklich in das Thal der Sola übergehende, niedrige, mit vielen Teichen bedeckte Landzunge (+ 230/270 m) bildet.

Zusammenfassend sei gesagt: An das den Rand der Polnisch-schlesischen Platte begrenzende Weichselthal schließt sich südwärts niedriges Hügelland auf etwa 13 km Breite, sodann etwa 25 km breites Gebirgsland. Auch das Gebirgsland ist nur mäßig hoch; wenige Gipfel übersteigen + 1200 m. Von der ganzen Fläche liegen vier Fünftel unter + 600 m, noch nicht einmal 1% über + 1000 m. Aber die nordwärts geöffneten großen Querthäler, namentlich das der Weichsel selbst und das der Biala, sind tief eingeschnitten, die Seitenthäler schluchtartig gestaltet und die Thalwände, welche an die runden Kuppen des Sandsteingebirges schließen, vielfach steil abgeböscht. Das Gelände weist daher vorwiegend starkes Gefälle auf, wodurch das schnelle Zusammenfließen des Tagewassers und die Geröllbildung begünstigt werden.

2. Gewässernetz.

Bei der Kleinen Weichsel hat man zwei Strecken zu unterscheiden: die nordwärts gerichtete Gebirgstrecke und ihre Fortsetzung bis zum Städtchen Schwarzwasser, sowie die senkrecht hierzu gegen Osten gerichtete Flachlandstrecke am Rande der Polnisch-schlesischen Platte, in welche die aus dem Gebirgs- und Hügellande gleichfalls gegen Norden abfließenden Gewässer münden, namentlich die Illownitza und Biala. Noch bevor die Kleine Weichsel ostwärts umbiegt, schon unweit Drahomischl, ändert sich ihre Eigenart. Im oberen Laufe ein Wildbach mit allen lästigen Eigenschaften, ist sie von Drahomischl ab tief in das Flußthal eingeschnitten, verhältnißmäßig gefällearm und fast frei von Geschieben, welche im Ablagerungsgebiete zwischen der Brennitzamündung und Drahomischl aufgespeichert werden. Dieser Schuttkegel rückt allmählich nordwärts vor und endigt gegenwärtig etwa 1,5 km oberhalb der Bezirksstraßenbrücke des genannten Ortes, ungefähr bei Gr.-Ochab. Da bis hierhin die Eigenart des Flusses ausschließlich von den Wildbächen des Gebirges bedingt wird, darf man den oberen Theil seines

Laufes als Gebirgstrecke bezeichnen. Der untere Theil liegt in einem ausgedehnten Thale, das beiderseits von hügeligem Gelände begrenzt und als eine schmal auslaufende Bucht des Flachlandes aufzufassen ist; sie darf daher als Flachlandstrecke bezeichnet werden.

Man kann das Thal der Kleinen Weichsel von der Polanskibachmündung ab bis oberhalb Drahomischl als Ablagerungsgebiet der Gebirgstrecke und den Flußlauf von der Malinkamündung an bis zur Brennitzamündung als Sammelkanal der Geschiebe betrachten. Das Sammelgebiet, aus dem diese in die gemeinsame Rinne vorgeschoben werden, besteht aus den sämmtlichen Wildbächen, welche in die Gebirgstrecke einmünden, die Brennitza einbegriffen. Meistens haben sie auf geringe Länge 400 bis 500 m Fallhöhe und durchschnittlich 50 bis 100 ‰, sogar im Unterlaufe noch 15 bis 20 ‰ mittleres Gefälle. In ihrem Oberlaufe entstehen alljährlich verhältnißmäßig wenig neue Geschiebe, die sich an der oberen Spitze des lang gestreckten, ziemlich schmalen Schuttkegels ablagern. Jedes Hochwasser schiebt dieselben vorwärts, und die Schotterablagerungen der früheren Jahre gerathen dann auf der ganzen Länge in Bewegung, werden hin und her geworfen oder stoßweise zu Thal geführt, lagern sich aber beim raschen Verlaufen der Fluthwelle wieder ab, so daß Jahre darüber verstreichen, bis die Geschiebe vom Ursprungsorte in das Hauptthal und in den Sammelkanal gelangen. Da die linksseitige Gebirgskette, auf welcher die Hauptwasserscheide nordwärts zieht, minder weit vorspringt und geringere Höhe besitzt als die rechtsseitige, so erhält die Weichsel von links nur im oberen Theile schlimme Wildbäche, von rechts dagegen noch solche im Ablagerungsgebiete und sogar in der Flachlandstrecke, wo freilich die von ihnen mitgeführten Geschiebe das Bett des Hauptflusses nicht mehr erreichen.

Wie die Flußbeschreibung näher mittheilt, entspringt der eine Quellbach, die Schwarze Weichsel, zwischen dem Karolowkaberge und einem von der Barania (+ 1214 m) westlich abzweigenden Bergrücken in etwa + 1125 m Meereshöhe; der andere Quellbach, die Weiße Weichsel, kommt aus einem weit verzweigten Quellgebiete in + 900/1100 m Meereshöhe zwischen der Barania und Magurka (+ 1129 m). Von der Vereinigungsstelle dieser beiden Bäche am oberen Ende des Dorfes Weichsel ab verfolgt der Fluß nordnordwestliche Richtung bis Ustron, wo er sich nahezu nordwärts wendet. In der oberen Strecke empfängt er zunächst von rechts die Malinka, welche aus drei 4,8 km oberhalb der Mündung zusammenfließenden Bächen mit etwa + 900 m Quellhöhe entsteht und auf dieser letzten Strecke im Schuttkegel liegt. Die beiden Quellbäche des links mündenden Kopidlobachs entspringen in + 700/800 m Meereshöhe und haben gleichfalls den unteren Thalgrund auf 2,7 km Länge völlig verschottert. Sowohl von diesen beiden, als auch von den weiter abwärts bis zur Südgrenze der Gemarkung Ustron mündenden Bächen sind zwar an ihren Mündungen Gerölle in der Weichsel abgelagert, welche jedoch kein zusammenhängendes Schotterbett von größerer Breite bilden.

Ein solches beginnt erst unterhalb der Einmündung des Polanskibachs (+ 393 m), wo auf etwa 5 km Länge unweit Ustron fünf kleine Wasserläufe aus dem beiderseitigen Gebirge herab kommen, welche wegen ihres starken Ge-

fälles und wegen der zur Geröllbildung neigenden Bodenbeschaffenheit ihrer Niederschlagsgebiete bedeutende Geschiebemassen mit sich führen oder doch führten, bevor sie verbaut worden sind. Besonders zu erwähnen ist hier der dicht oberhalb Ustron von links mündende Poniwjecbach, dessen Quellen am Großen und Kleinen Czantory auf + 800/900 m liegen. Der Godulasandstein, aus dem er stammt, weist gleichmäßiges, ziemlich grobes Korn und große Härte auf, wird daher nur schwer zu Sand zerrieben, sondern bildet Gerölle von erheblicher Größe, die zur Erneuerung und Vermehrung der Ablagerungen im Bette des Hauptflusses stetig beitragen.

Auch die oberhalb Skotschau von rechts sich ergießende Brennitza (Mündung = + 307 m) nimmt ihren Ursprung in den aus dieser Art des Karpathensandsteins aufgebauten Bergen, welche gegen Osten nach dem Saybuscher Thalkessel abwässern und einen großen Theil von dessen Geröllmassen geliefert haben, auf + 700/900 m. Sie entsteht aus zwei namhaften Quellbächen, der von Südosten kommenden Leschnitza und dem ost-westlich gerichteten Polczanybach unterhalb des Dorfes Brenna. Beide Quellbäche haben Sammelgebiete von mehr als 20 qkm Flächeninhalt, und nach ihrer Vereinigung wächst das Brennitzagebiet bis zur Mündung auf 91 qkm an. Da das Thal im mittleren und unteren Laufe gegen Nordnordwest, also gegen die Richtung der vorherrschenden Regenwinde geöffnet ist, so führt der Bach in den Sommermonaten öfters sehr große Wassermassen ab, zuweilen 160 cbm/sec. Das auf 19,6 km Lauflänge bei 590 m Fallhöhe durchschnittlich 30,1 ‰ (1 : 33) betragende starke Gefälle bewirkt eine reißende Strömung des Hochwassers, welche die von Brenna abwärts über das ganze Thal ausgebreiteten Schotterlager in Bewegung versetzt und nach der Weichsel hin weiterschiebt.

Die unterhalb Skotschau von links einmündende Blatnitza (Blotnica) bildet sich aus mehreren, in geringer Höhe entspringenden Rinnsalen unweit Ustron und durchfließt das vom Hügellande bogenförmig umsäumte, breite Thal zur Linken des Hauptflusses, nahezu parallel mit demselben, bis die bei Skotschau wiederum dicht an die Weichsel tretenden Anhöhen den Bach zur Einmündung zwingen. Sie fängt, in ähnlicher Weise wie der Randkanal einer künstlich entwässerten Niederung, die von den Ausläufern des Gebirges und dem Hügellande mit starkem Falle kommenden Wasserläufe auf, ohne daß ihr eigenes Längengefälle und ihr arg vernachlässigtes Bett genügende Vorfluth zu gewähren vermögen. Der wichtigste dieser Wasserläufe ist der Radonbach, dessen Quelle am Kleinen Czantory auf + 670 m liegt, seine Mündung bei Nd.-Blatnitz auf + 310 m. Sein 10 km langer Lauf hat also 36,0‰ mittleres Gefälle, die anschließende Strecke der Blatnitza bis Skotschau (+ 295 m), deren Länge 5,6 km beträgt, dagegen nur 2,7‰. Die im Höhenlande gelösten Geschiebe bleiben daher hauptsächlich in der Blatnitza zurück und erhöhen ihre Sohle, die fast gleich hoch mit dem benachbarten Gelände ist, erreichen aber die Weichsel nur als sandige und thonige Sinkstoffe.

Zwischen Kl.-Ochab und Schwarzwasser spielt die am linken Rande des Hauptthales mit der Weichsel parallel, auf langer Strecke wahrscheinlich in einem Altbette des Hauptflusses fließende Knaika dieselbe Rolle als Sammelrinne der linksseitigen Gewässer. Ihr 74 qkm großes Niederschlagsgebiet gehört

jedoch vorwiegend dem Flachlande an, nur der südliche Theil dem Hügellande, in welchem der Bach am Helmberg auf + 368 m seinen Ursprung nimmt. Da das Gelände nirgends starkes Gefälle besitzt und bedeutend weniger Niederschläge empfängt als das Gebirgsland, so würde die Knaika ihr Hochwasser leicht abführen können, wenn das Bett nicht vielfach verwachsen und oft zu eng mit mangelhaft angelegten Deichen oder Dämmen von Fischteichen eingefaßt wäre. Geschiebe führt sie nicht, wohl aber Sinkstoffe aus den Abschwemmungen des Ackerlandes und den Abbrüchen der schlecht geschützten Ufer. Die zwischen Kl.-Ochab und Pruchna befindlichen Teiche werden bespannt aus der Knaika, ferner aus dem am Willamowitzer Berge entspringenden Seitenbache, namentlich aber aus einem am Kitschitzer Wehre bei erstgenanntem Orte aus der Weichsel abzweigenden Graben, der in die Knaika mündet. Dieser vom Ochaber Verbindungsgraben durch Wasser aus dem Hauptflusse wesentlich verstärkte Bach wird weiterhin noch zu Bewässerungsanlagen und schließlich zum Mühlenbetriebe benutzt. Zwar ergießt er sich oberhalb Schwarzwasser in die Weichsel, giebt aber den größten Theil seiner Abflußmenge vorher an den jenseits Schwarzwasser mündenden Mühlgraben ab, der früher Pawlowitzer Graben hieß, jetzt aber unter Hinweis auf den Ursprung des Speisewassers Ochaber Mühlgraben benannt wird.

Zur Rechten breitet sich unterhalb Skotschau eine große Ebene aus, welche die Weichsel in einem mächtigen Bogen über Schwarzwasser bis zur Illownitzamündung bei Dzjeditz umzieht. Die in der Sehne des Bogens am Rande des rechtsseitigen Hügellandes entlang fließende Illownitza fängt alle von dort stammenden Bäche ab. Das Tagewasser der Ebene gelangt durch zahlreiche Gräben in den Hauptfluß, theilweise auch in die Bajerka, einen mit der Illownitza annähernd parallel gerichteten Bach, der gleichfalls eine Sehne des Bogens beschreibt und oberhalb des österreichischen Dorfes Zabrzeg sich mit der Weichsel vereinigt. Ihr Lauf bezeichnet vielleicht ein ehemaliges Bett des Hauptflusses und bildet auch jetzt noch einen Seitenlauf desselben bei gewöhnlichen Wasserständen, wogegen das Hochwasser ausschließlich im engeren Thale der Weichsel verläuft. Die Abzweigung der Bajerka erfolgt oberhalb Skotschau am Harbutowitzer Wehr. Früher diente sie bis zur Holzablage bei diesem Städtchen als Flößgraben; weiterhin wird sie als Werksgraben für einige Mühlen und zur Bespannung von Fischteichen benutzt. Am ausgedehntesten sind diese Teichanlagen zwischen der Bajerka und der Weichsel bei Gr.-Ochab und Drahomischl, wo sie eine Fläche von 12,3 qkm bedecken, die abwechselnd zur Fischzucht oder zum Ackerbau verwandt wird.

Nachdem der Hauptfluß bei Schwarzwasser den Südrand der Polnisch-schlesischen Platte erreicht hat, folgt er demselben mit östlicher, nach Norden abgelenkter Richtung und empfängt seine Zuflüsse aus dem Beskidengebirge von Süden her unter annähernd rechtem Winkel, parallel mit dem Oberlaufe der Kleinen Weichsel. Der erste dieser Zuflüsse, die Illownitza, ist zwar spitzwinklig zum Weichsellaufe gerichtet, erhält jedoch den größten Theil seiner Wassermenge aus dem Lobnitzbach und dem Heinzendorfer Bach, zwei süd-nördlich fließenden Gebirgsbächen, deren Quellen auf + 700/900 m Meereshöhe liegen, während die Quellbäche der Illownitza bedeutend tiefer (+ 360 m) entspringen, in geringerem

Abstande von der Mündung als der Lobnitzbach, der eigentlich als Hauptbach gelten müßte. Von dem 207 qkm großen Niederschlagsgebiete entfällt je etwa $^1/_4$ auf den Lobnitz- und Heinzendorfer Bach, zumeist Gebirgs- und starkwelliges Hügelland, dessen leicht verwitterbares Grundgestein reichliche Geschiebe liefert. Bis Ellgoth (+ 260 m), wo sich früher beide Bäche vereinigten, haben sie nahezu 30 ‰ durchschnittliches Gefälle, so daß die nach heftigen Regengüssen je 80 bis 100 cbm/sec betragenden Hochwassermassen mit großer Geschwindigkeit abfließen und viel grobes Gerölle herab tragen.

Die Verschotterung der Bachbetten im Unterlaufe war noch gesteigert worden durch die Deiche, welche das Fluthbett übermäßig einschränkten, aber der Niederung dennoch keinen wirksamen Schutz gewährten, da sie in Folge ihrer ungenügenden Stärke und Kronenhöhe häufig überströmt oder durchbrochen wurden. Ebenso hatte die Jllownitza, welche auf 20 km Länge oberhalb ihrer Mündung eingedeicht ist, das Bett allmählich 1 bis 1,5 m hoch über die angrenzende Niederung aufgehöht, deren Vorfluth hierdurch fast ganz abgeschnitten war. Die fortschreitende Versumpfung des an sich fruchtbaren Geländes und die hauptsächlich vom Lobnitz- und Heinzendorfer Bache verursachten Ueberschwemmungen, die sich auf eine fast 18 qkm große Fläche und zahlreiche Wohnstätten erstreckten, gaben Anlaß zu der kürzlich ausgeführten Verbesserung der Abflußverhältnisse, wobei der Lobnitzbach oberhalb Ellgoth rechts abgeleitet und durch die tieferen Theile der Niederung nach der gleichfalls verlegten und sorgfältig ausgebauten Mündungsstrecke der Jllownitza geführt wurde. Mit der Herstellung des neuen Bettes und seiner planmäßigen Eindeichung ging die Begradigung und Räumung der oberhalb gelegenen Jllownitza und des jetzt nur noch zur Aufnahme des Heinzendorfer Baches dienenden Unterlaufs des Lobnitzbaches Hand in Hand. Auch an diesen Gewässern wird ein namhafter Theil der Niederung, etwa 1,2 qkm, zur Teichwirthschaft benutzt.

Wenige Kilometer von der Jllownitzamündung abwärts ergießt sich in die Kleine Weichsel bei Gr.-Kaniuw die Biala, der Grenzfluß zwischen Schlesien und Galizien. Jhre Quellen liegen in den östlich vom Klimczok steil abfallenden Schluchten auf etwa + 850 m, ihr Endpunkt nach 32 km langem Laufe auf + 240 m, so daß ihr mittleres Gefälle 19,1 ‰ (1 : 53) beträgt. Der weitaus größte Theil ihrer ganzen Fallhöhe kommt auf den nordöstlich gerichteten Oberlauf bis zu dem von Süden gegen Norden ziehenden 0,5 km breiten Thale, das vom Saybuscher Kessel über die Schwesterstädte Bielitz-Biala nach der Weichsel führt und im Hügellande 1 bis 1,5 km Breite annimmt. Oberhalb Bielitz-Biala empfängt der Fluß mehrere kurze, mit starkem Gefälle von den beiderseitigen Bergzügen kommenden Bäche, welche zuweilen sehr rasch größere Wassermassen und Geschiebemengen zuführen, besonders der von rechts mündende Straconkabach, dessen Ursprung an der Magurka auf + 800 m liegt, seine Mündung auf + 338 m nach nur 7 km langem Laufe (mittleres Gefälle = 66 ‰). Auch die weiter abwärts hinzu tretenden Bäche aus dem Hügellande, das bis nach Dzjeditz vorspringt, sind gefällreich und versorgen die Biala reichlich mit Speisewasser.

Wegen der lang gestreckten Form des 139 qkm großen Niederschlagsgebietes gelangen indessen die kleinen Fluthwellen der Seitengewässer derart in den Fluß,

daß sie sich gegenseitig nicht in gefahrdrohendem Maße verstärken. Ferner werden durch die zahlreichen, in der gewerbefleißigen Gegend zum Betriebe von Fabriken angelegten Stauwerke die von oben mitgeführten Schottermassen größtentheils festgehalten. Der Uebergang aus dem stärkeren Gefälle des Mittellaufs in das noch bis zuletzt ziemlich bedeutende Gefälle des Unterlaufs vollzieht sich, von den Gefällbrüchen der Wehre abgesehen, weit regelmäßiger als bei den oben beschriebenen Gebirgsgewässern. Hierzu kommt, daß in dem dicht besiedelten Thale die Ufer des tief eingeschnittenen Flusses gewöhnlich mit Weidenpflanzungen oder kleinen Schutzbauten gesichert sind. Am Unterlaufe ist die Biala eingedeicht oder mit den gleichzeitig als Flußdämme dienenden Wällen der dort zahlreich vorhandenen Fischteiche eingefaßt. Ihre Hochwasserverhältnisse sind aus den genannten Gründen günstiger wie bei allen übrigen, aus den Beskiden stammenden Nebenflüssen der Weichsel. Die unter stumpfem Winkel erfolgende Einmündung würde vielleicht mittels eines Durchstichs umzugestalten sein, wogegen eine weitergehende Begradigung des unterhalb der Eisenbahnkreuzung der Linie Oderberg—Krakau vielgekrümmten Flußlaufs vermieden werden soll, um das in den Schleifen abgelagerte ziemlich grobe Gerölle nicht durch Verstärkung des Gefälles in die Weichsel zu treiben. Mehrere in den siebziger Jahren dort hergestellte Durchstiche sind gut ausgebildet und ihre Altbetten verlandet.

Von Gr.-Kaniuw bis Jawiszowice erhält die Kleine Weichsel einige unbedeutende Bäche aus dem rechtsseitigen, bei letztgenanntem Orte dicht an den Fluß tretenden Hügellande. Gleich danach beginnt die flache Landzunge zwischen Weichsel und Sola, welche nach beiden Flüssen entwässert. Die hier befindlichen Fischteiche erhalten durch ihre zur Bespannung dienenden Gräben das Wasser zum Theil aus der Sola und leiten es in die Weichsel ab.

3. Bodenbeschaffenheit.

Aehnlich wie die benachbarten Gebiete der Olsa und Ostrawitza, besteht auch der südliche Abschnitt des Flußgebiets der Kleinen Weichsel im Gebirgslande aus dem Karpathensandstein der oberen Kreideformation, das nördlich vorliegende Hügelland im Kerne aus Mergelschiefern, Kalksteinen und Sandsteinschiefern der Kreideformation, an welche sich ähnliche Gesteine des Eocän anlagern. Zum Tertiär sind auch die vereinzelten Kuppen eruptiven Gesteins, des Teschenit, zu zählen, die sich zu beiden Seiten der Kleinen Weichsel unweit Ustron finden. Indessen treten diese älteren Ablagerungen im Hügellande nur selten zu Tage, sondern sind meistens mit einer diluvialen Decke aus Geschiebelehm und hauptsächlich aus Löß verhüllt. Das nur am Knie der Weichsel zwischen Skotschau, Schwarzwasser und Dzjeditz, sowie auf der Landzunge zwischen Weichsel und Sola zu größerer Breite entwickelte Flachland weist im Untergrunde Gebirgsschotter und nordisches Diluvium auf, dessen Thone und Sande inselartige Flächen zwischen den vorherrschend lehmigen Alluvialbildungen der jetzigen und ehemaligen Flußthäler einnehmen.

Im Gebirgslande wechselt die Neigung zur Gerölleerzeugung und die Durchlässigkeit des Bodens in weiten Grenzen je nach der Lagerung, der besonderen

Beschaffenheit und dem Verwitterungszustande des Grundgesteins. Oft wechselt der Sandstein regelmäßig mit dünnen Schieferschichten, die von den Wildbächen leicht angegriffen und ausgewaschen werden, so daß die ihrer Unterstützung beraubten Sandsteinplatten abbrechen und in mehr oder weniger großen Blöcken dem Hochwasser anheimfallen. Obgleich der Sandstein bei der langen Dauer der sprungweise von Jahr zu Jahr erfolgenden Fortbewegung stark abgeschliffen wird und rundere Formen annimmt, läßt sich die Entstehung der Geschiebe aus scharfkantigen Platten noch bis zum Ende des Ablagerungsgebietes bei Drahomischl erkennen. Je gleichmäßiger die Widerstandsfähigkeit der wechsellagernden Schichten ist, um so geringer ist die Größe der Gerölle, am geringsten also bei reinem Sandstein ohne Zwischenlagerung von Schiefer und bei weichem Sandstein, der ebenso leicht wie der Schiefer zerstört wird. Letzteres gilt z. B. von dem leicht zerreiblichen Gestein der zum Senon gerechneten sogenannten Istebnaer Schichten in dem von der fast geröllefreien Schwarzen Weichsel durchflossenen Theile des Quellgebiets. Dagegen führen die Wildbäche, welche den zum Gault gerechneten harten Godulasandstein durchfließen, grobe Geschiebe. Sehr geröllereich ist z. B. die Weiße Weichsel, deren Bett in ein zwischen den Istebnaer Schichten und dem Godulasandstein liegendes Gestein eingeschnitten ist. Auch die am Nordrande des Gebirgslandes und im Hügellande lagernden, zum Neokom gezählten Gesteine, bei denen Thon- und Mergelschiefer vorherrschen, begünstigen die Geröllebildung.

Im Gebirge findet man nur selten nackten Fels; vielmehr hat sich auf den vorherrschenden, durch die Verwitterung des Schiefers undurchlässig gewordenen Sandsteinen, wo die Gehänge nicht gar zu steil sind, eine aus mehr oder weniger sandigem Lehm und Schotter bestehende humusreiche Waldbodenschicht gebildet, die bis zu gewissem Grade das Regenwasser aufzunehmen vermag, aber bei andauernden Niederschlägen schon nach wenigen Tagen gesättigt wird. Das unter dem Schotter zusammenfließende Wasser bildet hier stärkere, aber weniger zahlreiche und weniger nachhaltige Quellen als im reinen oder nicht mit thoniger Decke versehenen Sandstein, der die Niederschläge leichter versickern und in vielen schwachen, aber dauerhaften Quellen wieder zu Tage treten läßt. Der Abfluß des Wassers unter der Verwitterungsdecke auf einer die Rutschung erleichternden Unterlage giebt zuweilen Anlaß zur plötzlichen Ablösung großer Bodenmassen, welche im Bachthale den Lauf des Baches versperren und einen kleinen Stausee bilden, bis der Durchbruch erfolgt, dessen Nachwirkungen weiter abwärts bedeutende Zerstörungen verursachen, z. B. an der Weißen Weichsel beim Hochwasser vom Juni 1894. Dies zeigt sich hauptsächlich an solchen Stellen, wo der Boden des schützenden Waldes beraubt und in Viehweide umgewandelt wurde.

Soweit der Oberboden des Hügellandes aus der Verwitterung des Grundgesteins hervorgegangen ist, besitzt er meist lehmige Beschaffenheit und geringe Durchlässigkeit. Besser durchlässig und sehr fruchtbar sind die mit Löß bedeckten Flächen. Im Flachlande wechseln Güte und Durchlässigkeit des Bodens in noch höherem Grade. Gewöhnlich herrscht eine mehr oder weniger lehmige Ackerkrume vor. Vielfach bildet sie eine nur dünne, durch Verwitterung und Abschleifen der Gesteinstrümmer entstandene, aber für den Pflanzenwuchs sehr förderliche Schicht

auf dränartig wirkendem Schotter- oder sandigem Untergrund. An anderen Stellen, besonders in der ausgedehnten Ebene zwischen Weichsel und Bajerka, leidet die Ertragsfähigkeit des tiefgründigen, undurchlässigen Thonbodens oft durch Uebermaß an Nässe. Sandboden findet sich vorzugsweise in dem von Bajerka und Illownitza begrenzten, langgestreckten, fast ganz bewaldeten Dreieck, zum Theil auch auf der Landzunge zwischen Weichsel und Sola. Die leichten Bodenarten liegen aber meist an Stellen, die wegen ihres schwachen Gefälles das rasche Zusammenfließen des Tagewassers ohnehin nicht begünstigen. Dagegen besitzen die hierfür fast ausschließlich in Betracht kommenden Gebietstheile in der Hauptsache undurchlässige Bodenbeschaffenheit.

4. Anbauverhältnisse. 5. Bewaldung.

Von der 1028 qkm großen Fläche, welche die Bezirkshauptmannschaft Bielitz des österreichischen Kronlandes Schlesien und einen Theil der galizischen Bezirkshauptmannschaft Biala umfaßt, dienen 51,2 % als Ackerland, 5,4 % als Wiese, 12,6 % als Weide, 27,4 % als Wald. Hügel- und Flachland werden zum weitaus größten Theil für die Ackerwirthschaft benutzt; nur auf dem oben erwähnten Gelände zwischen Illownitza und Bajerka, sowie zur Linken dieses Baches bei Chybi und Zarzicz breiten sich größere Waldungen im Flachlande aus, deren Holzwuchs stellenweise durch Entwässerungsanlagen befördert werden mußte. Das Gebirgsland zeigt neben den gut bewirthschafteten Forsten zahlreiche Hutweiden. Die Wiesen liegen im ganzen Gebiete zerstreut, namentlich an den niedrigen Stellen des Weichselthals und seiner Seitenthäler. Abgesehen von der Bewässerungsanlage des Gutes Pruchna gegenüber von Zablacz, für welche das von der Knaika zugeführte Wasser verwandt wird, kommen namhafte Wiesenbewässerungen nicht vor.

Als erfolgreiche Anlage zur Entwässerung und zum Schutz gegen Hochwasser ist die Umgestaltung der Illownitza-Gewässer bereits erwähnt worden. Die an der Weichsel selbst und an den Wildbächen ihres Quellgebietes ausgeführten Bauten werden bei der Flußbeschreibung betrachtet. Außer den Weichselregulirungs-Genossenschaften bestehen nur noch eine Wassergenossenschaft zur Instandhaltung des oberhalb Bielitz in die Biala mündenden Bielitz-Kamitzer Mühlgrabens, sowie eine solche zur Reinigung und Erhaltung des Ellgother Mühlgrabens (Illownitzagebiet). Dränagen kommen fast ausschließlich auf den Ländereien des Großgrundbesitzes vor, während sich die bäuerlichen Besitzer durch tiefe Gräben zwischen den schmalen, stark gewölbten Ackerbeeten zu helfen suchen. Die in Wechselwirthschaft betriebenen Fischteiche sind bereits bei der Beschreibung des Gewässernetzes erwähnt worden.

Die 282 qkm umfassende Waldfläche gehört, bis auf 14 qkm Gemeinde- und Stiftungswaldungen, dem Privatbesitz. 89 % der vorhandenen Bestände unterliegen einem nachhaltigen Betriebe, 87 % einer systematisch geordneten Wirthschaft, da die Eigenthümer Großgrundbesitzer sind, welche für eine gute forstmäßige Pflege Sorge tragen, namentlich die Erzherzogliche Kammer in Teschen, unter deren Verwaltung die meisten Gebirgsforsten des schlesischen Ge-

bietsantheils stehen. Hier sind die Servitute, mit denen früher die Forsten belastet waren, vollständig abgelöst, wogegen im galizischen Antheile noch die Hälfte der Waldungen zur Streu- und Weidebenutzung regelmäßig oder vorübergehend hergegeben werden muß. So vortheilhaft die Ablösung auch für die Bewirthschaftung der Forsten sein mag, so hat sie doch in wasserwirthschaftlicher Beziehung mittelbar einen bedeutenden Nachtheil herbeigeführt, indem die 1865 als sogenannte Weideentgeltflächen an die ehemals servitutberechtigten Dorfschaften abgetretenen Waldflächen (52 qkm) inzwischen ganz abgeholzt worden sind oder mit nur untergeordneter Holzzucht als Weideland dienen, dessen entblößte Krume an stark geneigten Berglehnen durch Wasserrisse und Rutschungen schwer leidet. Vielfach waren die Hutweiden nach wenigen Jahren bereits in derart trostlosen Zustand gelangt, daß die bäuerlichen Besitzer sie sich gerne abkaufen ließen zur Wiederaufforstung, die in neuerer Zeit allein im schlesischen Gebietsantheil auf 59,18 qkm bisheriges Weide-, geringwerthiges Acker- und Oedland ausgedehnt worden ist.

Abgesehen von 22 qkm Nieder- und Mittelwald, wird die gesammte Forstfläche als Hochwald bewirthschaftet, von dem 4/5 aus Nadelholz (hauptsächlich Fichten, weniger Tannen, noch weniger Lärchen), 1/5 aus Laubholz (hauptsächlich Buchen, in den Flachlandswaldungen auch Erlen und anderes Weichlaubholz) besteht. Manche früher als Niederwald betriebene Laubholzbestände sind neuerdings in Hochwald übergeführt, andere durch Nadelholz ersetzt worden. Statt reinen Nadelholzwaldes erzieht man aber jetzt vielfach Mischbestände aus Fichten, Tannen und Buchen. Die Kahlschlagwirthschaft wird zu Gunsten der Vorverjüngung der Buche allmählich eingeschränkt und durch Schirmschlagwirthschaft ersetzt. Besonders vermeidet man den kahlen Abtrieb an Steilhängen, um die Krume nicht durch Abschwemmung zu verlieren, bevorzugt vielmehr an gefährdeten Stellen und in den Hochlagen den Plänterbetrieb.

B. Nördlicher Abschnitt (Antheil der Polnisch-schlesischen Platte).

1. Bodengestalt.

Der nördliche Abschnitt des Gebietes der Kleinen Weichsel, obgleich weit mehr als doppelt so groß wie der südliche (2883 gegen 1028 qkm), hat für die Ausbildung der gefährlichen Hochfluthen eine viel geringere Bedeutung, da er vollständig dem Flachlande und flachen Hügellande angehört. Der tiefste Punkt, das Weichselthal an der Przemszamündung, liegt auf + 228 m, die höchsten Punkte im Südosten von Olkusz auf + 492 m und südlich von Ogrodzinjec zwischen den Quellen der Weißen und Schwarzen Przemsza auf + 486 m, so daß der größte im Gebietsabschnitt vorkommende Höhenunterschied wenig über 260 m beträgt.

Die tiefste Unterlage der Platte bildet das Steinkohlengebirge, dessen meist flach lagernde Schichten in den Laziske Bergen südwestlich von Nikolai bis zu + 357 m Höhe erreichen. (Steinkohlenreviere im preußischen Oberschlesien und bei

Dombrowa in Russisch-Polen.) Das Hangende des Oberkarbon bilden, namentlich gegen Nordosten und Osten hin, die jüngeren Ablagerungen der Trias, des Jura und zuletzt, bereits außerhalb des hier betrachteten Gebietstheiles, der oberen Kreide. Auf diese Schichten hat sich später eine Decke des marinen Miocän gelagert, die wiederum vom Diluvium verhüllt wird. Da die Grundgesteine sämmtlich in wenig geneigter Lage entwickelt sind, so würden sie ein einförmiges Flachland bilden, wenn nicht die Einwirkung des Wassers und der Verwitterung manche Schichten auf großen Flächen zerstört und abgetragen hätte, während die besser widerstandsfähigen als mehr oder weniger steil geränderte Anhöhen und Höhenrücken zurückgeblieben sind. Die diluvialen Wasserläufe haben das Gelände in unregelmäßige Hügel zerschnitten, so daß die Wasserscheide zwischen Weichsel und Oder viele schroffe Vor- und Rücksprünge aufweist, bis sie mit einem großen Bogen, dessen Sehne die Weiße Przemsza bildet, nach dem hydrographischen Knotenpunkte zieht, von welchem bei den russischen Städtchen Kromolow, Ogrodzinjec, Pilica und Wolbrom die beiden Quellflüsse der Przemsza gegen Südwesten nach dem Endpunkte der Kleinen Weichsel, mehrere Wasserläufe gegen Südosten nach der Oberen Weichsel, die Pilica gegen Nordosten nach der Mittleren Weichsel und die Warthe gegen Nordwesten nach der Unteren Oder abfließen.

Von diesem hydrographischen Knotenpunkte ab erstreckt sich der Höhenzug des weißen Jurakalks, über welchem vereinzelte malerische Felsen des Juradolomits aufgethürmt sind, einerseits gegen Nordnordwest in das Warthegebiet nach Czenstochau und Mstow, andererseits gegen Südsüdost in das Gebiet der Oberen Weichsel nach Krakau: die östliche Grenze der Polnisch-schlesischen Platte und des Oberschlesischen Steinkohlenbeckens. Während seine höchsten Zinnen sich auf + 470/490 m erheben, beträgt die durchschnittliche Höhenlage der Platte etwa + 250/300 m, und in der flachen Umgebung ragen die Höhen des Jura ähnlich wie eine Gebirgswand empor. Uebrigens gilt dies nur von dem hierher gehörigen, innerhalb Rußlands gelegenen Theile, wogegen weiter südwärts im österreichischen Gebiete die Denudationsgrenze keinen deutlichen Rand bildet. (Vergl. 3. Kap. Nr. 1.) Ein zweiter Höhenzug, dessen Kern aus Muschelkalk und Buntsandstein besteht, verläuft aus der nordöstlichen Umgegend von Krakau gegen Westnordwest über Beuthen und Tarnowitz in das Odergebiet, wo er die Wasserscheide zwischen Klodnitz und Malapane bildet. An der Grenze des Przemszagebiets bei Gorenice erhebt er sich auf + 492 m, nordwestlich von Slawkow auf + 455 m, bei Lossen auf + 467 m, am Trockenberg südlich von Tarnowitz auf + 352 m, ist jedoch weniger zusammenhängend und im Allgemeinen auch niedriger als der vorgenannte. — Die zwischen beiden Höhenzügen befindlichen Ablagerungen des braunen Jura und des Keuper sind tiefer abgetragen, bilden aber mehrfach inselartige Anhöhen im Diluvialgebiete, namentlich südöstlich von Koseglowy, wo sie die Wasserscheide zwischen der Warthe und Schwarzen Przemsza nebst Brinnitza bilden.

Von dem soeben beschriebenen Gelände der Polnisch-schlesischen Platte trennt das Rudawathal ein scharf umgrenztes Hügelland ab, das von Krakau gegen Westen nach der Przemsza zieht: das Krakauer Hügelland. Nordwärts wird es

in dem jetzt betrachteten Gebietstheile durch eine diluviale Niederung begrenzt, die von der österreichischen Bezirkshauptstadt Chrzanuw nach der Przemsza abgedacht ist. Hierher gehören nur die westlichen Ausläufer, die sich auch jenseits dieses Flusses als niedrige Muschelkalkberge bis zur Gostine vorschieben (Skalaberg bei Chelmek + 296 m, Chelmer Berg + 285 m, Klemensberg bei Lendzin + 305 m, Stachaberg bei Paprotzan + 280 m). Immerhin fallen in dem durchschnittlich nur + 240/270 m hohen Flachlande diese Bodenanschwellungen trotz ihrer geringen Höhenlage derart auf, daß der Volksmund ihnen den Namen Berge verliehen hat.

2. Gewässernetz.

Als wichtigste Erscheinung bei der Gestaltung des Gewässernetzes ist zu bezeichnen, daß die Kleine Weichsel auf dem langen Wege von Schwarzwasser bis zur Einmündung der Pszczinka unterhalb Wohlau von links keinen einzigen nennenswerthen Zufluß empfängt, wogegen von da bis zur Przemszamündung (Luftlinie 7,8 km) die Pszczinka nebst dem Korzyniec, die Gostine nebst der Mletzna und die Przemsza selbst strahlenförmig mit der Weichsel zusammenfließen. Während der nördliche Abschnitt des Gebietes bis dahin nur 76 qkm groß ist, vermehrt er sich in der kurzen Strecke zwischen den Mündungen der Pszczinka und Przemsza auf 788 und durch den Hinzutritt des letzteren Flusses auf 2883 qkm. Umgekehrt hat der südliche Abschnitt an der Pszczinkamündung (969 qkm) schon nahezu seine volle Größe erreicht und vermehrt sich bis zur Przemszamündung nur um 59 qkm. Die mitgetheilten Zahlen lassen ohne Weiteres ersehen, daß oberhalb Wohlau die Kleine Weichsel lediglich von der Speisung aus dem Beskidenantheil ihres Niederschlagsgebiets abhängig, also ein im Flachlande fließender Gebirgsfluß ist, daß aber bis unterhalb der Przemszamündung ihre Eigenart sich wesentlich umgestaltet zu Gunsten einer gleichmäßigeren Wasserführung. Freilich wird gleich danach durch die Sola, deren 1388 qkm großes Gebiet zumeist dem Gebirgs- und starkwelligen Hügellande angehört, das frühere Gepräge theilweise wieder hergestellt.

Die **Pszczinka** (Gebietsfläche 362 qkm) entspringt im östlichen Theile des Rybniker Hügellandes, wo auch die zur Olsa fließende Schottkowka und die zur Oberen Oder fließende Ruda ihren Ursprung nehmen, bei Timmendorf auf + 270 m und läuft in östlicher, etwas gegen Norden abgelenkter Richtung an der Kreisstadt Pleß vorüber nach der auf + 230 m gelegenen Mündung. Diese ist von der Quelle im Bachlaufe 45 km, in der Luftlinie 39 km entfernt. Die Entwicklung beträgt also nur 15,3 %, das mittlere Gefälle 0,889 ‰ (1 : 1130). Da die Kleine Weichsel von Schwarzwasser bis Jawiszowice, wo sie nordwärts ausbiegt, dieselbe Richtung einhält, fließen beide Wasserläufe auf langer Strecke nahezu parallel, und zwar mit fast gleicher Höhe ihrer Thalsohlen, getrennt durch einen etwa 20 m höheren Landrücken von 5 km Breite. Das Bett des Baches ist mit niedrigen Ufern in die aus schwerem Lehmboden bestehende Sohle des 0,3 bis 1 km breiten, von sanften Lehnen eingefaßten Thales eingeschnitten. Das geringe Gefälle im Mittel- und Unterlaufe hat mehrfach zur Ausbildung

von Torfmooren Anlaß gegeben, die theilweise durch Entwässerung nutzbar gemacht sind. Von Pleß aufwärts bis Poln.-Weichsel, wo ehemals Teiche im Thalgrunde lagen, ist der Bach seitens der Fürstlich Pleß'schen Verwaltung planmäßig ausgebaut, bedeicht und mit Stauwerken zur Wiesenbewässerung versehen worden. Eine Weiterführung dieser Anlage nach oberhalb bis Wärschowitz wird geplant, ebenso die Fortsetzung bis zur Mündung durch eine Wassergenossenschaft. Unter den hauptsächlich von links mit ostsüdöstlicher bis östlicher Richtung kommenden Seitenbächen ist namentlich der Korzynietzbach zu erwähnen, welcher in einem schmalen Wiesenthal die großen Pleß'schen Forsten durchfließt und sich kurz vor der Mündung mit der Pszczinka vereinigt. .

Die Gostine (Gebietsfläche 343 qkm) entsteht aus mehreren Quellbächen oberhalb Gostin im Süden der Laziska Berge und läuft in nahezu östlicher, ein wenig gegen Süden abgelenkter Richtung nach der unterhalb Jedlin gelegenen Mündung (+ 228 m), welche von der Hauptquelle (+ 260 m) im Bachlaufe 35, in der Luftlinie 29 km absteht. Die Entwicklung (20,7 %) ist also wenig größer als bei der Pszczinka und das mittlere Gefälle fast gleich groß, nämlich 0,914 ‰ (1 : 1090). Oberhalb des Paprotzaner Hüttenteichs (2 qkm) sind die früher versumpften Thalwiesen auf 3 km Länge durch Ausbau und Bedeichung des Bachlaufes, verbunden mit Berieselungsanlagen, erheblich verbessert worden. 1892 wurde ein Umleitungsgraben angelegt, welcher das Hochwasser am Teiche vorbeizuführen gestattet und seine Entleerung erleichtert. Unterhalb des Teiches haben die Wiesen des hier 0,7 km breiten Thalgrundes gleichfalls durch Uebermaß von Nässe, in wasserarmen Jahren aber durch zu große Trockenheit gelitten und leiden großentheils noch in dieser Weise. Dieselben Uebelstände machen sich im Thale der Mletzna (Mleczna) geltend, welche bei Zarzetsche nördlich von Nikolai entspringt, gegen Südosten fließt und unterhalb Berun von links in die Gostine einmündet. Im oberen Laufe dient sie mehrfach zu kleinen Wiesenbewässerungen; unterhalb Jaroschowitz ist sie durch eine Wassergenossenschaft planmäßig ausgebaut und von Berun ab eingedeicht, ebenso wie die Gostine vom Paprotzaner Teiche bis zum hochwasserfreien Straßendamme, welcher bei Jedlin den Rückstau des Weichselhochwassers vom Thale abhält. Bei dem durch die Gostine-Mletzna-Meliorationsgenossenschaft seit 1882 hergestellten Ausbau erhielten beide Bäche regelmäßigen Querschnitt mit 4-facher Böschung der Ufer, deren Fuß mit Flechtzäunen oder Packwerk gesichert wurde. Wo die Ufer vom Hochwasser Beschädigungen erlitten hatten, sind sie nachträglich mit Steinschüttungen abgedeckt worden, die sich auf Pfahlreihen stützen. Zur Entnahme des Wassers für die unter Benutzung ehemaliger Mühlgräben ausgeführte oder noch auszuführende Berieselung und Ueberstauung von 6 qkm Wiesenfläche, bei Niedrigwasser zur Erhaltung eines ausreichend hohen Grundwasserstands, sind in beiden Bächen bewegliche Stauwerke eingebaut. Weitere Angaben über jene Genossenschaft folgen bei der Beschreibung der Anbauverhältnisse.

Während die Pszczinka und Gostine zwar viele Sinkstoffe, aber keine Geschiebe mit sich führen, bringt die Mletzna ziemlich viel Sand aus dem Oberlaufe herab. Ihre frühere Verunreinigung durch die Abwässer der Zellulosefabrik bei Czulow ist durch Einführung eines besseren Reinigungsverfahrens so weit ge-

mildert worden, daß das Bachwasser seit einigen Jahren ohne große Nachtheile zur Bewässerung benutzt werden kann. Das ziemlich bedeutende Durchschnittsgefälle der Pszczinka und Gostine setzt sich derart zusammen, daß die obersten Strecken, ebenso wie die meisten Nebenbäche, recht starkes Gefälle besitzen, wogegen das Gefälle in den mittleren und unteren Strecken sehr schwach ist. Soweit keine Begradigung stattgefunden hat, fließen hier beide Bäche mit gewundenem Laufe durch ziemlich breite Thalflächen, die in Folge häufiger Ueberschwemmungen und Mangels an Vorfluth völlig versumpft waren und auch jetzt noch nicht überall trockengelegt sind. Durch den raschen Zufluß aus den gefällreichen Nebenbächen treten öfters, namentlich bei schneller Schneeschmelze nach schneereichen Wintern, in diesen Gewässern bedeutende Hochfluthen auf, deren größte Abflußmengen die Weichsel ziemlich gleichzeitig erreichen und ihre Wassermasse um etwa 150 cbm/sec vermehren. Auch bei den sommerlichen Hochfluthen wirken sie zuweilen auf eine Steigerung des Hochwassers in der Weichsel ein, z. B. im Juni 1884 und August 1888, wogegen sie beim Hochwasser vom August 1880 sich ruhig verhielten. Nach den Erfahrungen des letzten Jahrzehnts, welche zur Erweiterung der Querschnitte und Erhöhung der Deiche in den ausgebauten Strecken Veranlassung boten, muß man für große Hochfluthen in der Pszczinka oberhalb Pleß auf eine sekundliche Abflußzahl von 0,26 cbm/qkm, in der Gostine oberhalb der Mletznamündung auf 0,18 und unterhalb auf 0,20 cbm/qkm rechnen. Außer dem Paprotzaner und Gostiner Hüttenteich sind als stehende Gewässer nur die Fischteiche im Weichselthale zu erwähnen, nachdem die früher zwischen Brzestz und Pleß an der Pszczinka, sowie bei Jaroschowitz und Berun an der Mletzna vorhanden gewesenen großen Teiche mit 2 bis 7 qkm Fläche trockengelegt worden sind.

Von dem 2095 qkm großen Niederschlagsgebiet der Przemsza*) liegen nur 20,5 % in Preußen, 12 % in Oesterreich, dagegen 67,5 % in Rußland. Da über den russischen Antheil nur dürftige Angaben zu beschaffen waren, leidet die Schilderung an Unsicherheit. Dies gilt besonders auch für die Gefällverhältnisse der drei Gewässer, aus denen sich die als Grenzfluß zwischen Deutschland und Oesterreich dienende Przemsza zusammensetzt. Sie entsteht aus der Vereinigung der Schwarzen und Weißen Przemsza bei Slupna südlich von Myslowitz. Da die Weiße Przemsza im Unterlaufe Grenzfluß zwischen Oesterreich und Rußland ist, so stoßen an der Vereinigungsstelle die drei Kaiserreiche zusammen (Dreikaiserecke). Die Schwarze Przemsza bildet bloß auf 4,3 km Länge die Reichsgrenze zwischen Deutschland und Rußland, nämlich bis Schoppinitz, wo die Brinnitza mündet, welche von da ab auf mehr als 40 km als Grenzfluß dient. Nur an einer kurzen Strecke greift bei Laurahütte das russische Gebiet auf das rechte Ufer über. Die Länge der drei Gewässer weist fast gleiche Größe auf; aber die Quellen der Schwarzen und Weißen Przemsza liegen, wenn auch ihre Höhen-

*) Przemsza (sprich Pschemscha) ist die polnische Schreibweise des Flußnamens. In den amtlichen preußischen Schriftstücken wird der Namen verschieden geschrieben, neuerdings meistens Przemsa, was aber die wirkliche Aussprache nicht richtig wiedergiebt. Auch für den Nebenfluß Brinnitza ist außer der von uns angenommenen älteren Schreibweise eine andere, nämlich Brinitza, gebräuchlich.



lage nicht genau bekannt ist, jedenfalls bedeutend höher als die Brinnitzaquelle. Die Gebietsfläche der Schwarzen Przemsza ist nach Abrechnung des Brinnitzagebiets (400 qkm) zwar kleiner als diejenige der Weißen Przemsza (624 gegen 841 qkm), bei Einrechnung dieses Gebietes jedoch wesentlich größer (1024 gegen 841 qkm). Ihr wohl hierdurch bedingter größerer Wasserreichthum rechtfertigt es, die Schwarze Przemsza als oberen Theil des Hauptflusses zu betrachten, die beiden anderen Gewässer als Nebenflüsse.

Die Schwarze Przemsza entspringt zwischen Ogrodzinjec und Kromolow am östlichen Hange einer + 482 m hohen Anhöhe des Jura-Höhenzugs, nur 2 bis 3 km von der Warthequelle entfernt, auf etwa + 400 m Meereshöhe. Bis Sjewjerz, der ehemaligen Hauptstadt des Herzogthums Severien, fließt sie gegen Westen und biegt dort in vorwiegend südliche Richtung um. Nähere Angaben, besonders über die 23,4 km lange, als Unterlauf anzusehende vereinigte Przemsza, enthält die Flußbeschreibung. Mit Einrechnung der 60,6 km langen Schwarzen Przemsza (Ober- und Mittellauf des Hauptflusses) hat die Przemsza von der Quelle bis zur Einmündung in die Weichsel (+ 226,8 m) im Ganzen 84,0 km Lauflänge bei 49,0 km Luftlinie, also 2,06 ‰ (1 : 485) mittleres Gefälle und 71,4 % Entwicklung. Gleich nachdem die Schwarze Przemsza unterhalb Sjewjerz in das Querthal eingetreten ist, mit dem sie die von Slawkow nach Tarnowitz ziehenden Muschelkalkablagerungen durchbricht, erhält sie von links die südwestlich Ogrodzinjec entspringende, mit ihrem Oberlaufe parallel gegen Westen gerichtete Mitrenga. Der nächste größere Zufluß, die gleichfalls von links kommende Trzebuczka, hat seinen Ursprung in der sumpfigen Niederung nördlich von der Lossener Bodenschwelle.

Zur Rechten ist das Gebiet der Schwarzen Przemsza nur schmal; Anfangs liegt die Wasserscheide der Warthe, sodann die Nebenwasserscheide der Brinnitza in geringem Abstande vom Flusse. Die Brinnitza entspringt südlich von Koseglowi auf etwa + 320 m, läuft zunächst gegen Südwest an der nur 1 km von ihr entfernten Malapanequelle vorbei, sodann mit einem flachen, östlich offenen Bogen gegen Süden bis zur Mündung bei Schoppinitz (+ 247 m), welche von der Quelle im Bachlaufe 57, in der Luftlinie 34 km entfernt ist, entsprechend einer Entwicklung von 67,6 % und einem mittleren Gefälle von 1,28 ‰ (1 : 781). Ihr größter Seitenbach von links, der im Muschelkalk-Höhenzug bei Twardowice entspringt, mündet unterhalb Kamin, 4 km abwärts von der Mündung eines rechtsseitigen, am Trockenberge südlich von Tarnowitz entspringenden Baches. Bei Schoppinitz ergießt sich die von Godullahütte durch das Industriegebiet an Königshütte und Kattowitz vorbei fließende Rawa in einen rechtsseitigen Arm der Brinnitza, der in die Schwarze Przemsza mündet, und zwar an derselben Stelle (dicht oberhalb Myslowitz), wo die nahe bei der Klodnitzquelle ihren Ursprung nehmende Solina hinzutritt. Da die Brinnitza auf große Länge die Reichsgrenze zwischen Preußen und Rußland bildet, ist ihr Lauf bereits seit den zwanziger Jahren unter Aufsicht gehalten worden. Ein amtliches Gutachten vom 18. September 1828 stellte fest, daß seit 1808 beträchtliche Verlegungen des Bettes stattgefunden hatten. Mehrfach wurden Pläne zur Festlegung einzelner besonders verwilderten Strecken bearbeitet; jedoch gelangte nur

(1860) eine Begradigung zwischen Njezdara und Neudeck auf etwa 3 km Länge zur Ausführung, wodurch eine 2,5 qkm große versumpfte Wiesenfläche trockengelegt wurde.

Die Weiße Przemsza kommt vom Jura-Höhenzuge bei Wolbrom, wo ihre Quelle am Fuße der bis + 492 m ansteigenden Höhen auf etwa + 400 m liegt, von ihrer Mündung an der Dreikaiserecke (+ 244,8 m) in der Luftlinie 46 km, im Flußlaufe 59 km entfernt. Die Entwicklung (28,3 %) ist nur gering, da der Fluß sich nirgends von der gegen Westsüdwest gehenden Hauptrichtung weit entfernt. Das mittlere Gefälle (2,63 ‰ = 1 : 380) ist wenig größer als das der Schwarzen Przemsza bis zum Vereinigungspunkte (2,56 ‰ = 1 : 390). Unter den zahlreichen, von beiden Seiten einmündenden Seitenbächen sind zu erwähnen: der Strumenbach (rechts aus der Niederung bei Njewogonice) und der Bialabach (links aus der Niederung im Norden von Olkusz), welche sich oberhalb des Durchbruchs durch den Muschelkalk-Höhenzug ergießen, ferner der Sztollabach (links) unterhalb des bei Slawkow endigenden Durchbruchthals aus der westlich von Olkusz gelegenen Niederung, sodann der Strumjen (links) bei Dlugoszyn, der am Fuße des + 481 m hohen Muschelkalkbergs bei dem österreichischen Orte Psary entspringt und in der Niederung nordwestlich der Bezirkshauptstadt Chrzanuw mehrere nahezu gleich gerichtete Bäche aufnimmt.

Die zwischen dieser Niederung und der unteren Przemsza befindliche, im Kerne aus Muschelkalk bestehende Jaworznoer Bodenschwelle wässert durch die Bäche Struga und Byczynka nach der unteren Przemsza ab. Dicht unterhalb des letztgenannten Baches mündet noch in dieselbe der die Niederung westlich von Chrzanuw durchziehende Smidrabach.

Obgleich das mittlere Gefälle der Przemsza-Gewässer reichlich groß ist, besitzen sie doch im größten Theile ihres Laufes nur mäßiges Gefälle, da sie bald nach dem Ursprunge in jene Niederungen eintreten, welche die mehr oder weniger vereinzelt liegenden Bodenschwellen umgeben. Ihre Thäler sind in die Niederungen flach eingeschnitten, meist sehr breit und mit bruchigen Wiesen bedeckt, die im Frühjahr nach der Schneeschmelze und manchmal auch im Sommer vollständig überschwemmt werden. Die Flußbetten haben sandige oder schlammige Sohle und Ufer von geringer Höhe. Da sich das Hochwasser beliebig ausbreiten kann, treffen die Fluthwellen in der unteren Przemsza mit geringer Höhe ein und verlaufen gewöhnlich ohne Schaden. Der Umstand, daß diese Flußstrecke nur schwer zufriert, mag mit der Herkunft ihres Speisewassers aus moorigen Niederungen und mit der Einleitung des Abwassers aus dem Bergwerks- und Industriegebiete im Zusammenhang stehen. Wie in der Flußbeschreibung erwähnt wird, macht sich die genannte Erscheinung hauptsächlich seit den sechziger Jahren geltend, seitdem Bergbau und Hüttenwesen in Oberschlesien mächtigen Aufschwung genommen haben. Das in den Ursprungsflüssen der Przemsza entstandene Eis bleibt auf den beim Anwachsen der Schmelzwasserfluth überschwemmten Wiesenflächen zurück.

Die aus dem Industriegebiete kommende Rawa und theilweise auch die dasselbe berührende Brinnitza führen erhebliche Wassermengen ab, welche durch die Pumpwerke der Kohlenzechen und Bergwerke aus der Tiefe gefördert werden,

und erhalten hierdurch eine gleichmäßige Speisung, was sich zur Zeit des Niedrigwassers deutlich bemerkbar macht. Gleichzeitig erleidet die Schwarze Przemsza durch Abwässer aller Art der in Preußen und Rußland liegenden gewerblichen Anlagen eine so starke Verunreinigung, daß das Fischleben nahezu aufhört. Die Schmutzstoffe kann man bei geringer Wasserführung bis Jast hin wahrnehmen, obgleich die Zufuhr solcher Abwässer bei Myslowitz aufhört und bei Slupna durch den Hinzutritt der Weißen Przemsza eine bedeutende Verdünnung erfolgt. Außer einigen kleinen Hüttenteichen an der Rawa und Brinnitza kommen keine stehenden Gewässer im Gebiete der Przemsza vor.

3. Bodenbeschaffenheit.

Der geologische Aufbau des Gebietsabschnittes, welcher bei Betrachtung der Bodengestalt erwähnt worden ist, bringt es mit sich, daß neben den vorherrschenden diluvialen Ablagerungen vielfach auch die Verwitterungserzeugnisse der vorquartären Gesteine die Bodenbeschaffenheit bestimmen oder doch im Untergrunde die Eigenschaften des diluvialen Oberbodens beeinflußen. So wird z. B. die Durchlässigkeit des Löß, welcher den Landrücken zwischen Weichsel und Pszczinka bedeckt, ungünstig abgeschwächt von den undurchlässigen Thonen und Sanden (Kurzawka) des Miocän, die dort auch mehrfach zu Tage treten. Im nördlichen preußischen Gebietsantheil, wo bei Orzesche und Wyrow der Kohlensandstein und an verschiedenen Stellen der Muschelkalk mit Steinbrüchen ausgebeutet werden, liegt auf dem Grundgestein die aus thonig-sandigem Boden bestehende, meist wenig durchlässige Verwitterungsrinde. Die größte Fläche nimmt aber der Diluviallehm ein, der in Folge des geringen Gefälles und seiner undurchlässigen Beschaffenheit einen kalten, nassen Oberboden bildet. Auch wo die Krume aus Sand besteht, ist der Untergrund gewöhnlich thonig und undurchlässig. Selbst in den Waldungen, die hauptsächlich auf Sandboden stocken, gelten nur 32 % der Bodenflächen als durchlässig, 41 % als halbdurchlässig und 27 % als undurchlässig. Wegen der geringen Durchlässigkeit und flachen Lage hat der Boden meist hohen Feuchtigkeitsgehalt, auch wo nicht gerade Versumpfung eingetreten ist, und bedarf einer gründlichen Entwässerung. In den muldenförmigen Einsenkungen des Geländes und in den Thalgründen hat sich vielfach Torfmoor gebildet.

Völlig anders gestaltet ist die Bodenbeschaffenheit des russischen und österreichischen Przemszagebiets. Die breite Zone meist feinkörnigen Sandes, welche das Gebiet der Malapane zu beiden Seiten dieses Flusses durchzieht, setzt sich jenseits seiner Quelle in den Gebieten der Brinnitza, Schwarzen und Weißen Przemsza fort bis zur Mündung der Przemsza, wo das strahlenförmige Zusammenfließen der Gewässer stattfindet. Bis zu dem Jura-Höhenzuge sind die Niederungen zwischen den zerstreuten, vermuthlich mit den Verwitterungserzeugnissen der vorquartären Gesteine bedeckten Bodenschwellen, mit Sandboden angefüllt: theils mit reinem Sand, theils mit mehr oder weniger von Lehm durchmengten sandigen Schichten. Reine Sandschollen und Flugsand liegen (Pusch, Geognostische Beschreibung von Polen, Stuttgart 1836, II. Bd. S. 559): längs des Weichselthals im Westen von Alwernia bis zur Przemsza und Chrzanuw,

von Modrzejow an der Weißen Przemsza hinauf bis Slawkow und längs des Sztollabaches nach Olkusz hin, „dessen altberühmte Bergwerke fast ganz im Sandmeer begraben sind“, von da gegen Nordwesten über Njewogonice nach Ogrodzinjec am Fuße der Juraberge, sodann von Ogrodzinjec und Kromolow über Sjewjerz bis zur Reichsgrenze, wo das Malapanegebiet beginnt. Diese Flugsandschollen bestehen aus sehr feinkörnigen, fast staubartigen Quarzkörnern, und es wird hervorgehoben, daß man auf dem hohen Bergrande von Njewogonice „bei stürmischem Wetter fast die ganze Fläche mit weißen Sandwolken bedeckt sieht“.

Ob die verhältnißmäßig geringe Entfaltung des Gewässernetzes im russischen Przemszagebiete nur auf der Mangelhaftigkeit der veröffentlichten Karten beruht oder im Zusammenhange mit der großen Ausdehnung der Ueberreste des Muschelkalks und der Jurakalke steht, mag dahin gestellt sein. Indessen bedarf es der Erinnerung, daß auf dem westlichen Theile des zwischen Klodnitz und Malapane befindlichen Muschelkalk-Höhenzugs ebenfalls auffallend wenige offene Wasserläufe vorhanden sind, einer derselben sogar in den Klüften des Kalksteins verschwindet und erst weiter unterhalb wieder zum Vorschein kommt. Obgleich leider nichts Genaueres über die Bodenbeschaffenheit des russischen Gebietsantheils ermittelt werden konnte, so läßt sich aus dem Mitgetheilten wohl annehmen, daß das Gebiet der Przemsza in der Hauptsache als sehr durchlässig anzusehen ist, wogegen der preußische Gebietsantheil vorwiegend undurchlässige Beschaffenheit besitzt. Hiermit steht das Verhalten der Przemsza, welche zur Trockenzeit verhältnißmäßig viel, zur Hochwasserzeit verhältnißmäßig wenig Wasser ableitet, gut im Einklang, ebenso das Verhalten der Pszczinka und Gostine, die trotz der geringen Höhe ihres Niederschlagsgebiets und trotz ihres schwachen Gefälles das Hochwasser auffallend rasch abführen. Für diese beiden Bäche betragen die sekundlichen Abflußzahlen bei großen Hochfluthen etwa 0,20 bis 0,26 cbm/qkm, für die Przemsza nur 0,094 cbm/qkm, also nicht einmal halb so viel.

4. Anbauverhältnisse. 5. Bewaldung.

Von der 2883 qkm großen Gebietsfläche dienen 50,3 % als Ackerland, 7,8 % als Wiese, 5,5 % als Weide, 29,4 % als Wald. Im russischen Antheil ist die Ackerwirthschaft am meisten ausgedehnt (53,8 %), im österreichischen am geringsten (45,7 %). Dagegen hat der österreichische Theil den größten Prozentsatz an Wald (34,5 %), der russische den kleinsten (25,8 %) Wald. Preußen hält mit 47,3 % Ackerland und 32,4 % Wald die Mitte. Für Hutweiden weist es den geringsten Prozentsatz (2,9 %), für Wiesen den größten (9,8 %) auf. Als Oed- und Unland gelten im preußischen Antheile 1,6 %, wozu die unnutzbaren Halden der Bergwerke und die Bruchfelder der Gruben gehören; besonders finden sich in der Gegend von Hohenlohehütte und Laurahütte große Tagebrüche von solcher Tiefe, daß sie auch nach Beendigung der Erdbewegung noch lange der Kultur entzogen bleiben werden. Wasserflächen finden sich, von den fließenden Gewässern abgesehen, nur noch als Fischteiche im Weichselthale und als Hüttenteiche, von denen bloß der Paprotzaner namhafte Ausdehnung besitzt. Für den

österreichischen und russischen Antheil liegen keine genauen statistischen Angaben über die Oedland-, Unland- und Wasserflächen vor. Stehende Gewässer sind dort nicht vorhanden, wohl aber ausgedehnte Brücher und Oedländereien im Przemszagebiet.

Die Güte des Ackerbodens im preußischen Gebietsantheil wird durch das Uebermaß an Nässe derart beeinträchtigt, daß nur einzelne Stellen als gut fruchtbar zu bezeichnen sind, namentlich längs der Weichsel, bei Pleß und bei Lendzin. Die besten Wiesen liegen außendeichs im Weichselthal, obgleich ihre Erträge hier zuweilen durch sommerliche Ueberschwemmungen geschädigt werden; größeren Umfang haben die binnendeichs liegenden Wiesen, deren Entwässerung stellenweise zu wünschen übrig läßt. Die Wiesen und Weiden in den Thälern der Przemsza, Gostine, Pszczinka und ihrer Seitenbäche sind von Natur meist zu naß, torfig oder geradezu sumpfig. Aus den auf S. 16/17 erwähnten Gründen ergaben sie früher (und theilweise ist dies jetzt noch immer der Fall) fast gar keine oder nur sehr mäßige Erträge an Heu schlechtester Beschaffenheit. Bloß die Wiesen im Przemszathale lieferten von jeher auf den höheren Rücken besseres Heu. An der unteren Gostine und Pszczinka litten große Wiesenflächen, die wegen ihres geringen Gefälles den Abzug des Wassers schwer ermöglichten, durch Versumpfung in Folge des Rückstaues der Weichsel-Hochfluthen. Zum Theil sind die torfigen oder sumpfigen Thalwiesen jetzt trockengelegt und gegen unzeitige Ueberschwemmungen geschützt, die zu trockenen Flächen bewässert. Aus älterer Zeit stammen nur wenige Ent- und Bewässerungsanlagen, z. B. für die Altpieler Wiesen an der oberen Gostine, ferner die Ablassung der ehemaligen Teiche an der Pszczinka und Mletzna. Der neuesten Zeit verdanken einige Moorkulturanlagen im Korzynietz- und Pszczinkagebiete ihre Entstehung, z. B. in den Branitzer und Krierer Brüchern, sowie im Brzestzer Teiche (3,8 qkm, wovon 2/3 Ackerland, 1/3 Wiesen). Die umfangreichsten Wiesenmeliorationen und Dränagen sind jedoch nach dem Erlasse des Gesetzes vom 23. Februar 1881, betr. die Bewilligung von Staatsmitteln zur Hebung der wirthschaftlichen Lage in den nothleidenden Theilen des Regierungsbezirks Oppeln, ausgeführt worden. Einem der Gesetzesvorlage beigefügten Berichte vom 14. September 1880 entnehmen wir einige Angaben über die damaligen Anbau- und wasserwirthschaftlichen Verhältnisse im Kreise Pleß. Dieser 1061 qkm große Kreis umfaßt den größten Theil des 1218 qkm großen preußischen Gebietsabschnittes, so daß das für ihn Gesagte in der Hauptsache auch für den ganzen preußischen Antheil des Gebiets der Kleinen Weichsel zutrifft.

„Mehrere nicht unbedeutende Flüsse, insbesondere die Gostine, die Pszczinka und der Korzynietz, bilden in ihrem fast stagnirenden Laufe vollständige Versumpfungen großer Wiesenkomplexe und halten den Grundwasserstand der anliegenden Feldmarken übermäßig hoch. Auch die übrigen Wiesen leiden in Folge undurchlässigen Untergrundes an Nässe und erzeugen größtentheils nur sauere, ungesunde Gräser. Ein Theil, aus alten Teichländereien bestehend, ist kaum als Hutung zu benutzen, während die im Weichselthale belegenen beträchtlichen Flächen zur Zeit jeder Vorfluth entbehren und gleichzeitig durch unpraktisch angelegte Dämme von dem befruchtenden Weichselwasser abgesperrt sind. Der

Acker der in und an den Wäldern befindlichen, zumeist auf ehemaligem Waldland angesiedelten Ortschaften besteht aus leichtem, zum Theil quelligem Sandboden geringer Qualität. Der übrige, bei Weitem größte Theil des Ackerlandes, insbesondere in den durch Weichsel und Gostine gebildeten Niederungen, ist zwar schöner, in der Regel mit Sand gemengter Lehmboden. Der Untergrund ist aber, außer im Nordosten des Kreises, wo Kalk- oder Sandsteinunterlage vorhanden ist, überall undurchlässig, und der Betrieb der Landwirthschaft wird hierdurch sehr erschwert."

Der Bericht legt dar, wie wenig Boden und Klima den Landwirth unterstützen, wie mangelhaft die Ernten häufig ausfallen, und in wie geringem Maße die sorglose slawische Bevölkerung, ohne Arbeitsenergie und Zähigkeit, ohne Ordnungs- und Sparsinn, diesen Schwierigkeiten gewachsen ist. Als weitere Ursachen des Nothstandes werden bezeichnet: die übermäßige Zersplitterung des bäuerlichen Grundbesitzes, der weniger als die Hälfte der Gesammtfläche des Kreises umfaßt, ferner die ebenfalls zu leistungsunfähigen Zwergwirthschaften führende Landverpachtung im Kleinen, die Uebervölkerung und andere soziale Verhältnisse. „Die Bewirthschaftung (der übermäßig kleinen Besitzungen und Pachtländereien) ist mit wenigen Ausnahmen schlecht und unordentlich. Der Mangel an guten Wiesen, dem durch den an sich sehr angezeigten Anbau von Futterkräutern so gut wie gar nicht abgeholfen wird, wirkt höchst ungünstig auf die Viehhaltung. Eine eigentliche Viehzucht findet nicht statt. Das Vieh ist durchweg kleinster Rasse, eignet sich in Folge dessen nicht zur Benutzung bei der Feldbestellung, giebt bei der schlechten Fütterung ungemein geringe Milcherträge und erzeugt wenig Dünger. Der Düngermangel wird dadurch noch gesteigert, daß das Stroh gewöhnlich verkauft und an seiner Stelle Waldstreu verwendet wird. Der in der Regel an sich einer starken und guten Düngung dringend bedürftige Boden wird dadurch noch ärmer gemacht, als er an sich schon ist. Die vom Hofe weiter entfernt liegenden Felder werden meist überhaupt kaum noch gedüngt. Die Art der Bestellung ist primitivster Natur. — Für die Entwässerung der Feldmarken geschieht nichts. Sind Entwässerungsgräben vorhanden, so befinden sich dieselben in verfallenem und verkrautetem Zustande. In der Regel fehlt es überhaupt an solchen, und die Besitzer lassen eher ihre Früchte verfaulen, als daß sie für einen genügenden Wasserabzug Sorge tragen. Die Hauptfrüchte sind Roggen, Hafer und Kartoffeln, wenig Weizen und Gerste, Futterkräuter fast gar nicht. Daneben wird, namentlich in Nähe der Gehöfte, Kraut angepflanzt. Der Anbau von Hülsenfrüchten ist gering, bedeutender der von Buchweizen und Hirse. — Ebenso unordentlich wie auf den Feldern, auf denen in Folge schlechter Bestellung und vorhandener Nässe das Unkraut übermäßig wuchert, sieht es in der Wirthschaft selbst (Höfen, Häusern, Ställen) aus. — Gemeinschaftlicher Weidegang findet nirgends mehr statt. Jeder Bauer, jeder Häusler, jeder Einlieger läßt sein Vieh getrennt auf den Feldern, Wegen und Rainen hüten, so daß auf wenig mehr als ein Stück Vieh ein Hirte kommt (Kinder, die hierdurch an Faulheit und Liederlichkeit gewöhnt werden)."

Durch das genannte, am 1. Mai 1889 im Sinne einer Verstärkung der Beihülfen für Flußregulirungen abgeänderte Gesetz wurden bis zu 16 Millionen

Mark verfügbar gemacht zu Beihülfen und Darlehen für Ent- und Bewässerungen, Flußregulirungen, Folgeeinrichtungen, zur Förderung einzelner landwirthschaftlicher Kulturzweige (Flachsbau) und des gewerblichen Unterrichts, zur leichteren Befriedigung des Kreditbedürfnisses der Kleingrundbesitzer, zur Hebung des Schulwesens und zu Zuschüssen für Eisenbahnbauten. In wasserwirthschaftlicher Hinsicht kommen die erstgenannten Punkte in Betracht, für welche gegen 11 Millionen Mark vorgesehen waren. Hierbei hatte man namentlich auf die Nothwendigkeit umfangreicher Dränagen Rücksicht genommen und als dränagebedürftig nur diejenigen Feldmarken angesehen, bei denen die zu erwartende Ertragssteigerung in angemessenem Verhältniß zu den aufzuwendenden Kosten stehen würde, im Kreise Pleß 140 qkm. Für diesen Kreis bildete aber „die Trockenlegung der Flußthäler und die Entsumpfung der Weichselniederung den Mittelpunkt aller landwirthschaftlichen Verbesserungen, und zwar nicht nur im Hinblick auf die auszuführenden Dränagen, sondern auch deshalb, weil dadurch große, bisher fast werthlose Sumpfländereien in ertragreiche Wiesen umgewandelt werden" konnten. Als Ursachen der Versumpfung wurden bezeichnet: das geringe Gefälle des vielgewundenen Laufs, die Einschwemmung von Sandmassen aus den mit starkem Gefälle einmündenden Seitenbächen, die Undurchlässigkeit des angrenzenden Geländes. Der Flächeninhalt der sumpfigen Wiesen an den in Frage kommenden 80 km langen Strecken der Pszczinka nebst Korzynietz und der Gostine nebst Mletzna wurde auf 31,5 qkm angegeben, wovon für 13,8 qkm (in Fürstlich Pleß'schem Besitze) eine Meliorirung schon versucht war, aber ohne genügenden Erfolg, weil die entsprechenden Anlagen beim bäuerlichen Besitze unterblieben. Die theils versumpfte, theils ertragsarme Wiesenfläche im Weichsel-Mühlgrabenthal wurde auf 10 qkm überschlagen, hiervon 7 qkm in Fürstlich Pleß'schem Besitze.

Auf Grund jenes Nothstandsgesetzes sind in den Jahren 1884/95 im Kreise Pleß 24 Dränagegenossenschaften, zumeist innerhalb des Weichselgebiets, gegründet worden. Die Gesammtfläche der mit Staatsdarlehen in dem hier betrachteten preußischen Gebietsantheile ausgeführten Dränagen beträgt 21,39 qkm, vertheilt auf 21 Genossenschaften in 25 Gemarkungen. Auch auf den großen Besitzungen, die theilweise bereits früher mit Untergrundentwässerungen versehen waren, haben die Dränagen seit den achtziger Jahren bedeutende, immer noch fortschreitende Verbreitung gefunden. Bis zu gewissem Grade scheinen auch die Pumpwerke der Gruben im Bergwerksbezirk dränirend zu wirken.

Von den beiden, auf Grund des Nothstandsgesetzes gebildeten größeren Wassergenossenschaften wird diejenige zur Regulirung des Weichsel-Mühlgrabenthals (7,93 qkm, Statut v. 19. Oktober 1883) in der Flußbeschreibung behandelt. — Die Meliorationsgenossenschaft zur Regulirung der Gostine und Mletzna (8,27 qkm, Statut v. 18. Juli 1882) hat die bereits in den siebziger Jahren geplante Begradigung der Gostine vom Paprotzaner Hütteneiche abwärts auf 20 km Länge und der Mletzna von der Jaroschowitzer Brücke abwärts auf 6,5 km Länge ausgeführt. Wiederholt eingetretene große Hochfluthen verursachten an dem etwas zu sparsam ausgebauten und bedeichten Bette solche Beschädigungen, daß nach 1889 mit Staatsbeihülfe die Ufer besser befestigt, Grund-

wehre in die Sohle eingebaut, die Deiche verstärkt und sonstige Nacharbeiten ausgeführt werden mußten. Nach dem Ankaufe von drei Mühlen war die Umwandlung der festen in bewegliche Stauanlagen möglich; indessen wurde die Einrichtung der Bewässerung längere Zeit verzögert, weil man das Mletznawasser wegen seiner Verunreinigung durch die Abwässer der Zellulosefabrik in Czulow hierzu nicht für geeignet hielt, welcher Mißstand jetzt durch bessere Reinigung dieser Abwässer beseitigt ist. Die planmäßig kultivirten Fürstlich Pleß'schen Wiesen liefern gute Erträge, wogegen die bäuerlichen Wiesen einstweilen wenig gewonnen haben, da für ihre Kultur nichts geschehen ist. Um die innere Ent- und Bewässerung unter einheitlicher Leitung auf Kosten der Genossenschaft einrichten und betreiben zu können, hat das Genossenschaftsstatut am 18. Juli 1896 eine dahin zielende Aenderung erhalten. — Eine dritte Genossenschaft für die Regulirung der Pszczinka von Pleß bis zur Mündung und der unteren Strecke des Korzynietzbaches, die 4,77 qkm Betheiligungsfläche umfaßt, wurde mit Statut vom 8. Mai 1888 gebildet. Die Ausführung der Arbeiten, für welche der Staat bedeutende Beihülfe leistet, hat sich aus mehreren Gründen verzögert.

Ueber die Einwirkung der Dränagen auf den Wasserabfluß haben kürzlich, veranlaßt durch den Wasserausschuß, vergleichende Beobachtungen an mehreren Stellen des zwischen Weichsel und Pszczinka gelegenen Landrückens bei D.-Weichsel, Lonkau, Pleß und Rudoltowitz stattgefunden. Je zwei mit einander verglichene Versuchsflächen hatten annähernd gleiche Größe (von 28 bis 89 ha), Neigung, Boden- und Kulturart, lagen nahe zusammen, waren frei von Quellen, Druckwasser und Gehölz, das den Abfluß hätte behindern können, unterschieden sich also wesentlich nur dadurch, daß je eine der verglichenen Flächen dränirt, die andere undränirt war. Aus den täglichen Messungen der Abflußmenge für die Zeit vom 1. Oktober 1896 bis 30. Juni 1897 (später fortgesetzt bis zum 31. Mai 1899) geht hervor, daß durch die Dränage, welche den Boden porös macht und den Grundwasserstand senkt, der Abfluß des Niederschlagswassers in günstiger Weise verzögert wird. Fast ausnahmslos waren die Hochwasserstände an den Meßschleusen der dränirten Flächen geringer als an denjenigen der undränirten, und in entsprechender Weise dauerte der Abfluß von den dränirten Versuchsfeldern erheblich länger. Die wohlthätige Wirkung der Dränage, welche für einen namhaften Theil der Niederschläge die Versickerung und das allmähliche Abfließen durch die Dränröhren ermöglicht, wird im Winter noch dadurch verstärkt, daß der dränirte Boden wegen der in ihm stattfindenden Luftbewegung und Zersetzung wärmer ist, nicht so tief und fest friert, den Schnee früher wegschmelzen läßt und einen fast stetigen Abfluß während der ganzen Frostzeit bewirkt. Nur am 13./18. Mai 1897 zeigten bei einer mit Schnee und Regen abwechselnden Niederschlagszeit die dränirten Flächen ein rascheres Ablaufen des Hochwassers als die undränirten, weil der Boden bereits vorher durch die Frühjahrsschneeschmelze mit Feuchtigkeit gesättigt, aber doch warm genug war, um den Schnee sofort abzuschmelzen, wogegen er auf den undränirten Flächen liegen blieb.

Von der 395 qkm großen Waldfläche des preußischen Antheils gehören nur 5 den Gemeinden, 390 qkm aber den Privatbesitzern, namentlich die großen ge-

schlossenen Waldungen zwischen Pszczinka und Gostine (Pleß'sche Niederforsten), sowie von der oberen Mletzna bis zur Kreisgrenze (Pleß'sche Oberforsten), wo sich der Myslowitzer Forst anschließt. Die Waldungen an der oberen Brinnitza stehen im Zusammenhange mit den ausgedehnten Forsten des Malapanegebiets. Bis auf 14 qkm Laubholz bestehen die Wälder vorwiegend aus Nadelholz, besonders Kiefern, aber auch Fichten und Tannen in reinen oder mit Laubholz gemischten Beständen. 11 qkm werden als Niederwald bewirthschaftet, zumeist Erlen auf Bruchflächen, 15 qkm als Mittel- und Plänterwald, 369 qkm als Hochwald. Die Bestandsverhältnisse sind im Allgemeinen günstig, besonders in den Pleß'schen Forsten, wogegen die kleineren Gutswaldungen zum Theil keiner nachhaltigen Pflege unterliegen. Auf 8 qkm findet regelmäßige, auf 3 qkm vorübergehende Weidenutzung statt. Entwaldungen haben im Jahrzehnt 1884/93 in erheblichem Maße stattgefunden (über 34 qkm), hauptsächlich im Industriebezirk, wo der Wald durch den Bergwerks- und Hüttenbetrieb geschädigt und gelichtet wird.

Im russischen Gebietsantheile besteht etwa $^1/_3$ der Waldungen aus Kronforsten, $^1/_9$ aus Gemeindewäldern. Der Niederwald, dem vielfach wohl kaum die Bezeichnung Wald gebühren dürfte, umfaßt $^1/_3$ der ganzen Bestände. Im Hochwalde herrscht die Kiefer vor. Dies gilt auch für den österreichischen Antheil, in welchem rd. 82% aus Hochwald (gegen 18% Niederwald) und rd. 74% aus Nadelholz (gegen 26% Laubholz) bestehen. Hier gehört gleichfalls der größte Theil (nahezu 70%) dem Großgrundbesitz, der den Wald nachhaltig bewirthschaftet und für sachverständige Pflege sorgt. Von den kleineren Waldungen sind viele noch mit Servituten zur Viehweide belastet. Die im Besitze der Bauern befindlichen Holzbestände gehen allmählich ein und werden nicht im gleichen Maße durch Aufforstungen ersetzt.

1. Abtheilung. 2. Kapitel.

Der Südabschnitt des Oberen Weichselgebiets.
(Przemsza- bis Sanmündung, rechts vom Strome.)

1. Bodengestalt.

a) Uebersicht.

Ebenso wie sich das Gebiet der Kleinen Weichsel aus einem südlichen und einem nördlichen Abschnitte zusammensetzt, von denen der erste zu den Beskiden und ihrem Vorlande, der andere zur Polnisch-schlesischen Platte gehört, in derselben Weise bildet auch bei dem von der Przemsza- bis zur Sanmündung reichenden Oberen Weichselgebiete der Strom eine natürliche Scheide zwischen dem nach den Karpathen hin aufsteigenden Gelände einerseits und dem südpolnischen Hügellande andererseits. Der rechts vom Strome gelegene Abschnitt umfaßt den weitaus größten Theil der ersten Stufe des Weichselgebietes, die auf der südlichen Hauptwasserscheide aus hohem Gebirge besteht, nordwärts aber in Hügelland und zuletzt in eine gegen Osten breit ausgedehnte Ebene übergeht. Das Weichselthal besäumt den Südrand der aus dieser Ebene sich erhebenden zweiten Stufe bis zu dem Punkte, wo der zuvor nordöstlich gerichtete Strom nach Norden umbiegt und diese Stufe nun quer durchschneidet, nämlich an der Mündung des San. Gegen Osten zieht die Ebene zur Rechten dieses großen Flusses weiter und geht erst in bedeutendem Abstande in das zur zweiten Stufe gehörige Lublin—Lemberger Hügelland über. Die hier von rechts in den nordwestlich gerichteten San einmündenden Flüsse kommen bis zur Linie Lemberg—Przemysl mit vorherrschend westlicher Richtung aus diesem Hügellande, so daß die von ihnen durchflossene Ebene auch als das schwach geneigte Vorgehänge des Lemberg—Lubliner Hügellandes angesehen werden kann, das Santhal von Przemysl bis zur Mündung als Grenzlinie zwischen diesem Vorgehänge und der großen galizischen Weichselebene, die ein mächtiges Dreieck zwischen Weichsel, San und dem von Jaroslau bis Krakau deutlich ausgeprägten Rande des vorkarpathischen Hügellandes umfaßt.

Der Flächeninhalt des Weichselstromgebiets wächst von der Przemsza- bis zur Sanmündung von 3911 auf 50 145, also um 46 234 qkm an. Hiervon

liegt wenig über ein Fünftel (9563 qkm) auf der linken (russischen) Seite, der größte und wegen seines Gebirgslandes weitaus wichtigste Theil (36 671 qkm) auf der rechten (österreichischen) Seite. Rechnet man die 2145 qkm große, zum Königreiche Ungarn gehörige Gebietsfläche an den Quellen des Dunajec und eine 2539 qkm große Fläche ab, welche im Osten des unteren San zu Rußland gehört, so bleibt der Hauptantheil übrig für das österreichische Kronland Galizien (31 987 qkm). Bis auf das ehemalige Großherzogthum Krakau und ein kleines Stück des früheren Herzogthums Auschwitz (Oswjencim) liegen ganz Westgalizien und der westliche Theil von Ostgalizien im Südabschnitte des Oberen Weichselgebiets. In der Hauptsache bildet derselbe also eine politische Einheit, wie er auch eine Einheit in Bezug auf physische Beschaffenheit und auf Bevölkerung bildet. Es ist das Land der polnischen Masuren (in der Ebene und im Hügellande) und der nahe mit ihnen verwandten Goralen (im Gebirge), wogegen die das östliche Galizien bewohnenden Ruthenen nur am oberen und mittleren San in größerer Zahl angesiedelt sind. Die einzige ausgedehnte Ansiedelung von Deutschen befindet sich am Südrande der Hohen Tatra im ungarischen Komitate Zips. Merkwürdigerweise unterbrechen die beiden Gegenden, welche Ausnahmen in der sonst so regelmäßigen Gestaltung des Landes darstellen, auch das sonstige Gleichmaß der staatlichen und nationalen Zugehörigkeit: die von verschiedenartigen Slawen und von Deutschen bewohnte, theilweise unter ungarischer Herrschaft stehende Gruppe der Zentralkarpathen, sowie das hauptsächlich von Ruthenen bevölkerte, theilweise im russischen Gouvernement Lublin gelegene Vorgehänge des Lemberg—Lubliner Hügellandes.

Nur an jener Stelle, wo der Dunajec und sein Nebenfluß Poprad ihren Ursprung finden, verläßt die Wasserscheide zwischen Weichsel und Donau den Hauptkamm der Beskiden, geht auf die Zentralkarpathen über und umkreist den östlichen Theil dieser Gebirgsgruppe, der vollständig dem Weichselgebiete angehört. Ueberall sonst bildet der Hauptrücken des Gebirges zugleich die Grenzscheide für die nordwärts zur Weichsel und südwärts zur Donau rinnenden Gewässer, zugleich auch die Grenzscheide für die Königreiche Galizien und Ungarn. Ueberall sonst schließt sich gegen Norden an den Hauptkamm des Gebirges ein breites Bergland mit mannigfach gegliederten Höhenzügen, deren geologischer Aufbau und äußere Erscheinung jedoch keine gar großen Unterschiede aufweist. Daran reiht sich weiter nördlich der mehr oder weniger breite Streifen des ebenfalls allenthalben übereinstimmend aufgebauten und geformten vorkarpathischen Hügellandes. Zuletzt dehnt sich das Flachland der Weichselebene aus, das im Westen nur sehr schmal ist, nach Osten hin aber zu mächtiger Breite anwächst, da der die Ebene begrenzende Hauptstrom von seiner Anfangs östlichen Richtung mehr und mehr gegen Norden abschwenkt, während das Gebirgs- und Hügelland vorherrschend west-östlich ausgestreckt ist und im Sangebiet gegen Südosten umzubiegen beginnt. Die aus dem Gebirge stammenden Flüsse verlaufen meistens annähernd senkrecht zur Richtung der Karpathen, also süd-nördlich, legen daher um so größere Strecken im Flachlande zurück, je weiter nach Osten ihre Quellen liegen und ihre Einmündungen in die gemeinsame Sammelrinne, in die Weichsel.

b) Verschiedenheit in Höhen- und Breitenentwicklung der Beskiden.

Schon hierdurch kommt in die Gleichförmigkeit ein bedeutender Wechsel, da das Verhalten eines fast unvermittelt aus dem Gebirge und starkwelligen Hügellande in den Hauptstrom mündenden Wasserlaufs naturgemäß anders sein muß als dasjenige eines Gebirgsflusses, der nach seinem Austritt aus dem Hügellande noch eine lange Strecke im Flachland zurücklegt. Die Verschiedenheit tritt aber umso mehr hervor, je genauer man auf die Einzelbetrachtung eingeht, weil trotz der Uebereinstimmung in den großen Zügen die Beschaffenheit des Gebirges und seines Vorlandes im Einzelnen doch wesentliche Abweichungen zeigt. Unter Bezugnahme auf die Darstellung der Oberflächengestalt im Bd. I sei hier kurz darauf hingewiesen, daß sowohl die Höhenlage des Hauptkamms, als auch die Breite des Gebirgslandes im Westen der Durchbruchsthäler des Dunajec und Poprad weit größer als im Osten derselben ist. Erst im Sangebiet nehmen beide wieder beträchtlich zu. Sieht man von dem Rücksprunge ab, den das Dunajecgebiet nach den Zentralkarpathen macht, und betrachtet den Verlauf des Hauptkammes des Karpathensandsteingebirgs, so werden von Westen gegen Osten folgende Pässe angetroffen, über welche die wichtigsten Straßen und Eisenbahnlinien führen: der Zwardonpaß (Eisenbahnlinie Saybusch—Csacza), der Glinapaß (Straße Saybusch—Rosenberg), der Beskidpaß (Straße Krakau—Rosenberg), das Dunajecthal bei Klodne mit der Straße Neu-Sandec—Neumarkt, das Popradthal bei Piwniczna mit der Eisenbahnlinie und Straße Neu-Sandec—Kaschau, der Dujawapaß mit der Straße Gorlice—Bartfeld, der Duklapaß mit der Straße Przemysl—Eperjes, der Lupkowpaß mit der Eisenbahnlinie und Straße Przemysl—Mihalyi, der Uzsokpaß mit der Straße Przemysl—Unghvar. In der folgenden Tabelle sind die Paßhöhen in Vergleich gebracht mit den zwischen je zwei Einsattelungen gelegenen höchsten Kuppen des Hauptkammes:

Kammhöhe	+ m	Kammhöhe	+ m	Kammhöhe	+ m
Baraniagipfel . . .	1214	Njedzwjedzgipfel . .	1311	Jaworyskagipfel .	740
Zwardonpaß . . .	673	Dunajecthal . . .	410	Duklapaß	502
Raczagipfel	1236	Radzjejowagipfel .	1265	Kamjengipfel . . .	863
Glinapaß	809	Popradthal . . .	369	Lupkowpaß . . .	584
Babiaguragipfel . .	1725	Jaworzynagipfel .	1116	Kaliczgipfel . . .	1335
Beskidpaß	703	Dujawapaß . . .	559	Uzsokpaß	859

Man pflegt das tief eingeschnittene Durchbruchsthal des Dunajec als Scheide zwischen den West- und Ostbeskiden anzunehmen, letztere auch als Karpathisches Waldgebirge zu bezeichnen. Diese Benennung trifft nun zwar für den östlich vom Lupkowpaß gelegenen, besonders für den die Wasserscheide zwischen Donau und Dnjestr tragenden Theil der Karpathen vortrefflich zu, nicht aber für das zumeist niedrige Bergland zu beiden Seiten des nur + 502 m hohen Duklapasses, das ziemlich waldarm ist. Wir beschränken daher jenen Namen auf das in vielen Beziehungen anders gestaltete, vollständig dem Sangebiete angehörige Gebirge im Osten des Oslawathals, genauer gesagt: im Südosten, da gerade hier die Kar-

pathen aus der bisherigen west-östlichen in die nordwest-südöstliche Richtung umbiegen; seine Länge im Weichselgebiet beträgt etwa 65 km. Der doppelt so lange Theil des Gebirgs vom Dunajecthale bis zum Thale der Oslawa (Lupkowpaß) soll mit dem Namen Ostbeskiden bezeichnet werden. Die westlich des Dunajecdurchbruchs im Weichselgebiete etwa 120 km lange Kette der Westbeskiden setzt sich jenseits des Ochozdito (+ 894 m), an welcher Bergkuppe die Stromgebiete der Weichsel, Oder und Donau zusammentreffen, neben den Quellthälern der Olsa und Ostrawitza fort und führt die Hauptwasserscheide zwischen Oder und Donau über den Jablunkapaß (+ 551 m) nach der tiefen Einsenkung, welche die Beskiden von den Sudeten trennt, an der Mährischen Pforte (+ 310 m).

Ein Blick auf die Tabelle der Gipfel- und Paßhöhen zeigt, daß die Westbeskiden von dem zwischen Baraniagipfel und Zwardonpaß gelegenen Ochozdito allmählich ansteigen bis zur Babiagura, deren höchste Kuppe (+ 1725 m) zugleich der höchste Punkt der Westbeskiden ist. Von hier nimmt die Kammhöhe langsam ab bis zum jähen Absturz in das Durchbruchsthal des Dunajec. Der von ihm und dem noch tieferen Einschnitte des Popradthales begrenzte Abschnitt der Ostbeskiden besteht noch aus hohem Gebirgsland. Oestlich vom Popraddurchbruch verringert sich aber die durchschnittliche Gipfelhöhe rasch auf weniger als + 1000 m. Vom Dujawa- bis zum Lupkowpasse ist keine der flachen Kuppen höher als + 863 m, und der Duklapaß zeigt eine so niedrige Einsattelung (+ 502 m), wie sie die Karpathen sonst nirgends aufweisen, da die genannten beiden Durchbruchthäler nicht als Einsattelungen angesehen werden können. Das Karpathische Waldgebirge erhebt sich rasch auf + 1335 m am Kaliczgipfel und übertrifft weiter südöstlich, wo es die Wasserscheide zwischen Dnjestr und Donau bildet, die Babiagura an Höhe.

Aehnlich wie die Kammhöhe verhält sich die Breite des Gebirgslandes, wobei zu bemerken bleibt, daß dieses vom Hügellande keineswegs überall scharf unterschieden ist, sondern vielfach unmerklich in dasselbe übergeht. Wenn man denjenigen Theil des bergigen Geländes, in welchem die Flächen mit mehr als + 500 m Meereshöhe größere Ausdehnung annehmen, als Gebirgsland bezeichnet, so verläuft die Grenze zwischen Gebirgs- und Hügelland im Süden von Biala, Wadowice, Kalwarya und Myslenice über Rodzjele, Losofina, Grybuw, Gorlice, Zmigrud, Dukla und Rymanuw nach Lisko, folgt von hier dem rechten Ufer des San, springt aber bald gegen Osten zurück nach dem mittleren Wiar und schlägt über Chyruw südöstliche Richtung ein in das Dnjestrgebiet. Der Abstand dieser Grenzlinie von der Hauptwasserscheide (im Dunajecgebiet ihr Abstand vom Kamme des Sandsteingebirgs), also die Breite des zum Weichselstromgebiete gehörigen Gebirgslandes, ohne Rücksichtnahme auf die von den Zentralkarpathen veranlaßte Unregelmäßigkeit, beträgt bei den Westbeskiden durchschnittlich 33 km, bei den Ostbeskiden Anfangs fast 30, in der Nähe des Duklapasses nur 15 und zuletzt 23 km, bei dem Karpathischen Waldgebirge dagegen 60 km.

c) Entwicklung des Beskidenvorlandes.

Das Hügelland, dessen Abgrenzung gegen das Gebirge meistens etwas unbestimmt ist, setzt sich fast überall umso schärfer, zumeist mit einem 60 m und mehr

hohen Steilrande, gegen das Flachland ab. Die Höhenlage überschreitet nur auf kleinen Flächen die + 500 m-Linie und geht bloß an den Gehängen gegen das Flachland oder gegen die Flußthäler unter + 250 m hinab, wogegen das nordwärts angrenzende Flachland + 150/250 m Meereshöhe aufweist, von vereinzelten Bodenschwellen bis zu + 269 m abgesehen. Von den Anhöhen bei Jawiszowice, welche die Kleine Weichsel bespült, biegt die Nordgrenze des Hügellandes in das Solathal ein und folgt jenseits desselben dem Thalrande der Weichsel in west-östlicher Richtung bis Krakau. Während jenseits der alten Hauptstadt des ehemaligen polnischen Königreichs der polnische Hauptstrom nach Ostnordost und später Nordosten ausbiegt, behält der Hügelrand die west-östliche Richtung bei über Bochnia, Tarnuw, Dembica und Rzeszuw nach Jaroslau, von wo er dem linken Ufer des San bis Przemysyl folgt, auf der ganzen Länge bezeichnet durch die Eisenbahnlinie Krakau—Przemysl. Die Breite des Hügellandes beträgt längs der Westbeskiden durchschnittlich 19, indessen oberhalb der Skawinkamündung nur 10 und bei Krakau bis zu 22 km. Längs der Ostbeskiden beginnt sie bei Tarnuw mit 30 und vergrößert sich bis Lancut (westlich von Jaroslau) auf 65 km. Vor dem Karpathischen Waldgebirge ist das Hügelland bis Jaroslau 40 km breit, hört jedoch am Santhale zwischen dieser Stadt und Przemysl auf, da weiter südöstlich im Dnjestrgebiete das Gebirge unvermittelt in das breite Flachland der Podolischen Platte übergeht. Die Wasserscheide zwischen Weichsel und Dnjestr fällt von Chyruw über Sadowa-Wisznia nahe an die Südgrenze der nordischen Geschiebe, kreuzt im Westen von Grudek die Eisenbahnlinie Przemysl—Lemberg und erreicht nördlich von Januw den Rücken des Lemberg—Lubliner Hügellandes, mit welchem die Podolische Platte endigt. Das Vorgehänge dieses Hügellandes und der Platte selbst am rechten Ufer des San hat Flachlandsbeschaffenheit, nur an dem bei Przemysl mündenden Wiar im südlichen Theile starkwellige Oberfläche. Seine Höhenlage vermindert sich von + 300/400 m an der Wasserscheide allmählich auf + 200 m am Santhale bis hinab zu + 150 m an der Mündung des San in die Weichsel. Das Durchschnittsmaß seiner Breite in west-östlicher Richtung kann auf 50 km angenommen werden. Die dreieckförmige Ebene zwischen dem San, der Weichsel und dem vorkarpathischen Hügellande zeigt als größte Breite in der Linie Sanmündung—Rzeszuw das Maß von 76 km.

Von den wichtigsten galizischen Nebenflüssen der Weichsel entspringen die Sola, Skawa und Raba in den Westbeskiden, die Wisloka und der mit dem unteren San sich vereinigende Wislok in den Ostbeskiden, der San im Karpathischen Waldgebirge. Der aus den Zentralkarpathen stammende Dunajec bildet die Grenze zwischen den West- und Ostbeskiden. Sola und Skawa laufen fast in ganzer Länge durch Gebirgs- und Hügelland, und zwar vorzugsweise durch das Gebirgsland. Bei der Raba sind die Gebirg- und Hügellandstrecke fast gleich groß, die Flachlandstrecke nur zwei Drittel so lang. Bei der Wisloka ist die Gebirgstrecke wenig größer als ein Drittel der Hügellandstrecke, die fast gleiche Größe mit der Flachlandstrecke besitzt. Noch mehr überwiegt das Hügelland beim Wislok, zumal er von Rzeszuw ab, mit dem Nordrande desselben parallel, durch das Flachland fließt und daher auch in der Flachlandstrecke seine meisten Zuflüsse unmittelbar aus dem Hügellande erhält. Der San gehört zu

je etwa einem Drittel seiner Länge dem Gebirgs-, Hügel- und Flachlande an, wobei jedoch zu beachten ist, daß er in der am Hügellande entlang führenden Strecke unterhalb Przemysl vorzugsweise aus dem Flachlande gespeist wird, abgesehen vom Wislokgebiet. Beim Dunajec sind die Strecken im Flach- und Hügellande etwa gleich groß, beide zusammen aber nicht halb so groß wie die Gebirgstrecke, die in den Zentralkarpathen beginnt.

d) Die Zentralkarpathen.

Während die Luftlinie von der Dunajecmündung bis zum Uebergange des Flusses aus dem Gebirgs- in das Hügelland 53 km, von da bis zum Schnittpunkt mit dem Hauptkamme des Sandsteingebirgs (bei Klodne) 37 km mißt, beträgt der Abstand dieses Schnittpunktes von der südlichen Hauptwasserscheide nochmals 53 km. Kurz oberhalb Klodne beginnt bei Szczawnica das wilde Durchbruchthal des Dunajec durch die Pjeninen, durch welches der Fluß aus den Zentralkarpathen in die Beskiden gelangt. Die aus Kalken der Jura- und unteren Kreideformation bestehenden Pjeninen (+ 982 m) gehören zu der schmalen Kette vereinzelter Klippen, welche von dort gegen Westen am Saume des Neumarkter Kesselthales (+ 500/700 m) entlang, gegen Osten nach A.-Lublau weiter zieht. Südwärts schließt sich daran die Podhala, das aus Schiefern und Sandsteinen des Alttertiär aufgebaute flachhügelige Vorland (+ 700/1000 m) der Hohen Tatra, des einzigen Gebirges im Norden der Alpen, das auf den Namen Hochgebirge Anspruch erheben kann. An die auf der Gerlsdorfer Spitze + 2663 m hoch aufragenden Granitberge der eigentlichen Hohen Tatra reihen sich unmittelbar westlich die vorwiegend aus Gneiß und Glimmerschiefer zusammengesetzten, bis zu + 2170 m auf der Wasserscheide hohen Liptauer Alpen, während im Osten die Beler Kalkalpen (Greiner + 2158 m) aufsteigen. Letztere stehen im Zusammenhange mit dem schmalen Bande palaeozoischer und mesozoischer Gesteine (Quarzsandsteine, Kalke und Dolomite) am Nordrande des Granitgebirges. Auf 53 km Länge bildet diese zusammenhängende Gebirgsgruppe eine 15 bis 20 km breite, west-östlich gerichtete Fläche mit mehr als + 1000, vielfach über + 2000 m Meereshöhe; nur das westliche Ende, der Uebergang in das Arva-Liptauer Kalkgebirge, gehört nicht mehr zum Weichselgebiet. Am Volovec (+ 2065 m) erreicht die von Norden kommende Hauptwasserscheide den Kamm der Liptauer Alpen, geht über den Lilijowepaß auf den Kamm der eigentlichen Hohen Tatra über bis zur Cubrina (+ 2435 m) und biegt dort gegen Süden um. Die höchsten Spitzen des Granitgebirges und die am wildesten geformten Thalschluchten liegen vollständig im Gebiete der Weichsel, ebenso am östlichen Ende die jähe mit steilen Felswänden in das Thal des Belabachs abfallenden Beler Kalkalpen. Als letzte Gruppe der Zentralkarpathen im Nordosten des Belabachs ist die aus tertiären Sandsteinen aufgebaute Zipser Magura zu erwähnen, deren nahe am Südrande gelegene höchste Kette auf + 1159 m ansteigt, während das hügelige Gelände nordwärts gegen das Lipnikthal sich auf + 700/800 m abdacht.

Wie im Norden der Zentralkarpathen der Neumarkter Kessel als breites Längenthal die Grenze gegen das Beskidengebirge bezeichnet, so zieht am Südrande des wandartig empor ragenden Hochgebirges das breite Poprader Längen-

thal auf 92 km Länge von Westen nach Osten. Der Neumarkter Kessel wird im westlichen Theile von der Schwarzen Arva, im östlichen vom Dunajec durchflossen, das Popråder Thal im westlichen Theile von der Waag, im östlichen vom Popråd (Popper). Arva und Waag, die zum Donaustromgebiete gehören, sind nur durch niedrige, landschaftlich kaum auffallende Thalwasserscheiden von den beiden Zuflüssen des Weichselstromgebiets getrennt; die Arva vom Schwarzen Dunajec durch die Hochmoore beim Dorfe Czarnydunajec (+ 655 m), Waag und Popper durch den niedrigen Sattel unweit Csorba (+ 898 m), der etwa 250 m höher als das östliche Flußthal liegt (bei Stadt Poprad + 675 m, bei Stadt Kesmark + 626 m), aber 450 m niedriger als der schöne Csorbasee, nach dem von Station Csorba der Kaschau—Oderberger Eisenbahn eine Zahnradbahn führt. Im Süden dieses Längenthales zieht sich die aus krystallinischen Gesteinen aufgebaute Niedere Tatra entlang bis nach Poprad; jedoch entwässert nur ein kleines Stück von ihr nach der Weichsel. Unterhalb Poprad trennt das Popperthal von der Zipser Magura ein derselben Formation angehöriges Bergland ab, das Leutschauer Gebirge, dessen Grenze gegen die Niedere Tatra das von der Kaschau—Oderberger Eisenbahn benutzte Thal bildet; gegen die Beskiden wird es durch die ostwärts umgebogene Fortsetzung des Popperthales und die von der Eisenbahnlinie Kaschau — N.-Sandec durchzogene Thalsenke begrenzt. Zum Weichselstromgebiete gehört der ganze nordwestliche Hang des Leutschauer Gebirgs, da die Wasserscheide über seinen Hauptkamm läuft (Kuligura + 1252 m). Nach Ueberschreitung der zuletzt genannten Thalsenke wendet sie sich im Osten des nunmehr Poprad genannten Flusses auf einem Seitenaste der Beskiden gegen Norden nach dem Hauptkamme der Ostbeskiden.

Auf 87 km Länge hat also die Wasserscheide den Beskidenkamm verlassen und eine durchschnittlich 42 km breite Fläche dem Weichselstromgebiete hinzugefügt, welche mehr als die Hälfte des Dunajecgebietes umfaßt: abgesehen von den beiden Längenthälern, durchweg Gebirgsland von theilweise sehr bedeutender Höhe mit steilen Gehängen und starkem Sohlengefälle der Gebirgsbäche. Auf die Wasserführung des Dunajec und Poprad (Popper) übt diese Bodengestalt eine günstige Einwirkung aus, auf die Geschiebeführung aber eine geringere, wie man erwarten könnte. In den mit verhältnißmäßig schwachem Gefälle die beiden Längenthäler der Zentralkarpathen durchziehenden Flußstrecken werden nämlich die vom Gebirge herabgetragenen Geschiebe großentheils abgelagert, ohne in die Beskidenstrecken überzugehen, vielfach sogar bereits in den Unterläufen der Gebirgsbäche selbst. Die im Süden und Norden vor dem Gebirgsrande aufgehäuften Geröllmassen, welche zusammenhängende Schotterhalden bilden, verdanken ihren Ursprung indessen wohl nicht nur den jetzigen Gewässern, sondern vorzugsweise den Gletschern, die zur Eiszeit von der Hohen Tatra weit vorgedrungen sein mögen und in den Gebirgsthälern noch deutliche Spuren ihrer Ausdehnung allenthalben zurückgelassen haben. Leider fehlt jetzt der Schmuck des ewigen Schnees und Gletschereises den finsteren Felswänden der Tatra vollständig. Uebrigens verräth sich die vielgestaltige, von der einförmigen Beschaffenheit der Beskiden grundverschiedene geologische Zusammensetzung der Zentralkarpathen einigermaßen in den Geschieben des Dunajec bis zum Flachlande hin.

e) Oberflächenform der Beskiden.

Das zum Weichselgebiete gehörige Gebirgsland der Beskiden bildet ein wirres Durcheinander von zahlreichen Querrücken, die ihre Richtung mannigfach ändern und Seitenäste entsenden, deren Breite und Länge manchmal den Höhenzug als einen Parallelkamm erscheinen lassen. Indessen sind nur im Karpathischen Waldgebirge wirkliche Parallelketten entwickelt, deren dachförmig gestaltete Rücken durch Längenthäler von einander getrennt werden. In den Beskiden haben sowohl die mehr oder weniger parallel mit dem Hauptkamme verlaufenden, als auch die quer dazu gerichteten Thäler meist geringe Länge, so daß die Flüsse oft mit schroffem Richtungswechsel von dem einen in das andere übergehen. Dabei herrschen die Querthäler vor, und manche derselben erreichen eine erhebliche Ausdehnung, z. B. bei der Sola und der Wisloka. Allenthalben äußert sich die verhältnißmäßig geringe Widerstandsfähigkeit des vorwiegend aus tertiärem, seltener aus cretaceischem Flysche bestehenden schieferigen Gesteins: neben Sandstein öfters auch Mergel, häufig bedeckt mit mächtigen Lagen von Verwitterungsschutt. Gewöhnlich haben die Thäler eine schmale Sohle und werden beiderseits von hohen, aber vielfach nicht sehr steilen Wänden eingefaßt, welche ganz allmählich in die abgerundeten Bergkuppen übergehen.

Nicht selten treten jedoch die Thalwände so weit auseinander, daß sich die Sohle zu einem breiten Kessel erweitert, in dem die Schotterhalden der Seitenbäche ein schwach geneigtes Vorland zwischen den Berglehnen und dem jetzigen Flußthale bilden. Die Lage des Flußlaufs im Kessel zeigt dann an, von welcher Seite die größten Geschiebemassen gekommen sind, wie auch die Ablagerungen aus der Tatra im Neumarkter Kessel den Dunajec an den Nordrand, im Popprader Längenthal den Popper an den Süd- und Südostrand gedrängt haben. In ähnlicher Weise mag die Weichsel selbst durch die flachen Schuttkegel der Gebirgsflüsse an den Rand der Polnischen Platte und des Sandomierzgebirgs gedrängt worden sein. Für die Gewässer selbst spielen die Kesselthäler eine wichtige Rolle, da sie Gefällbrüche bilden und einen namhaften Theil der Geschiebe zurückhalten, besonders jene Schottermassen, welche die kleinen, dort mündenden Seitengewässer hinzubringen. Eine allmähliche Aufhöhung der Sohle und eine bedeutende Verwilderung der Wasserläufe ist die Folge hiervon. Zuweilen erzeugen die geschiebereichen Bäche förmliche, über die Thalsohle erhöhte Schuttwälle von namhafter Länge, auf deren Rücken sie abfließen. Mehrfach haben die Schotterriegel den ursprünglichen Lauf versperrt, und der Fluß hat sich ein neues Bett hergestellt, in dem er zunächst nur geringe Geschiebemassen abführt, da der oberhalb gelegene Thalkessel wie ein Sammelbecken wirkt. Bei Hochwasser werden die alten Ablagerungen angebrochen, wieder in Bewegung gesetzt und an anderer Stelle von Neuem niedergelegt, bilden also auch gleichzeitig eine Quelle der Geschiebeführung, deren Wirksamkeit sich indessen zumeist auf die Umlagerung im Thalkessel selbst beschränkt.

f) Oberflächenform des Beskidenvorlandes.

Aehnlich gestaltet ist das Hügelland; nur verursachen die Querthäler der Gebirgsflüsse, welche hier durchschnittlich größere Breite und zumeist mehr gestreckten

Verlauf besitzen, eine deutlichere Gliederung in einzelne Abschnitte. Innerhalb derselben haben die Seitengewässer aber wiederum ein Gewirre von tief eingeschnittenen Thälern mit mäßig geneigten Böschungen ausgenagt, zwischen denen sich flache, mannigfach verästelte Hügelrücken erheben. Obgleich ebene Flächen von einiger Ausdehnung fast nirgends zu finden sind, gewährt dem Wanderer das Höhenland doch gewöhnlich den Eindruck eines schwachwelligen Geländes, bis er an den Rand eines Thaleinschnittes gelangt und beim Ueberschreiten des Wasserlaufs wahrnimmt, daß er sich zwischen hohen Hügeln befindet. Die ziemlich gleichmäßige Gestalt der Bodenoberfläche mag großentheils daher rühren, daß sie zur Eiszeit unter dem Schilde der Inlandvereisung lag und mit Geschiebelehm oder, hauptsächlich am nördlichen Saume, mit Löß bedeckt ist, wogegen die vorquartäre Unterlage seltener zum Vorscheine kommt: nach dem Gebirge hin besonders die Sandsteine und Schiefer des Flysch, am Nordrande jungtertiäre Ablagerungen. Mehrfach haben die vorzugsweise nordwärts gerichteten Flüsse beim Verlassen des Hügellandes sich hart an die östliche Seite ihres Thales gelegt und die Thalwand in Abbruch versetzt, während an der westlichen die Lößdecke mit flachem Hange in die Thalsohle übergeht. Vielleicht äußert sich hierin das Bestreben der Flüsse, der nordostwärts gerichteten Längenneigung der Ebene schon beim Eintritt in dieselbe zu folgen. Der Wislok biegt sogar unterhalb Rzeszuw vollständig nach Osten um und fließt am Rande des Hügellandes zum San in einem Thale von solcher Breite, daß man seinen Ursprung wohl in die jungdiluviale Zeit verlegen muß, da die jetzigen Wassermassen es nicht ausgewaschen haben können.

Das dreieckförmige Flachland im Norden des Hügellandes nimmt nach den Thälern der Weichsel und des San hin fast völlig ebene Gestalt an, die nur selten von niedrigen Anhöhen unterbrochen wird. Nach dem Rande des Hügellandes hin zeigt sich zuweilen ein wellenförmiger Wechsel zwischen sandigen, gewöhnlich west-östlich ausgestreckten Rücken, auf denen die Dörfer mit langen Häuserreihen angelegt sind, und niedrigen, meist nassen Mulden. Indessen ist eine Regelmäßigkeit in der Richtung nur an wenigen Stellen klar zu erkennen; vielmehr waltet auch im welligen Theile des Flachlandes ein Gewirre von flachen Höhenzügen und Kuppen vor, das an die Bodengestalt des Hügellandes erinnert, aber durch weit geringere Höhenunterschiede und schwächere Bodenneigung von ihr sich unterscheidet. Die Bodenneigung ist oft so schwach, daß umfangreiche Flächen aus Mooren und Sümpfen bestehen, die durch Entwässerungsanlagen einigermaßen verwerthbar gemacht sind oder noch trockengelegt werden sollen. An manchen Stellen liegen auch abflußlose kleine Seen und Teiche in einer ausgesprochen die Formen der Grundmoräne zeigenden Landschaft, namentlich im Sangebiet. Die mit Geschiebelehm bedeckten Flächen treten jedoch weitaus zurück gegen ausgedehnte Sandflächen, welche am Rande der Alluvialthäler allmählich in kräftigen Schlickboden übergehen, in den Bodensenken mit Torfmoor bedeckt, stellenweise mit Blöcken und kleineren Geschieben gemischt sind. Die aus dem Gebirgs- und Hügellande kommenden Flüsse haben manchmal steilwandige Thäler im Flachlande ausgewaschen und seitwärts förmliche Wälle von Sand und Geschieben aufgeworfen. Dagegen fließen die minder hochwasserreichen Flachlandgewässer in der Regel durch weit ausgedehnte, von Natur übermäßig nasse Niederungen.

g) Schlußbemerkung.

So unregelmäßig auch die Bodengestalt des Gebirgs- und Hügellandes erscheint, so läßt sich doch eine Spur von Ordnung erkennen, wenn man sich vorstellt, man könne von der Hohen Tatra aus das ganze Gelände übersehen. Die Zentralkarpathen bilden dann eine linsenförmige Fläche, deren Kern die Tatragruppe einnimmt. Umlagert wird dieselbe gegen Norden von einer Schaar von Bergzügen des Flysches, die vielfach durch Querthäler unterbrochen und andererseits durch Querrücken mit einander verbunden sind, im Allgemeinen aber doch konzentrisch verlaufen: in den Westbeskiden von der Sola bis zur Skawa gegen Nordosten und von der Raba bis zum Dunajec gegen Osten, in den Ostbeskiden gegen Südsüdosten bis zum Duklapaß, so daß hier der Hauptkamm auf den Verbindungsrücken liegt und die meist senkrecht zu ihm gerichteten Thäler eigentlich keine Quer-, sondern Längenthäler sind, wie dies auf der ungarischen Seite deutlich hervortritt. Oestlich vom Duklapasse macht sich bereits die im Karpathischen Waldgebirge scharf hervortretende Südostrichtung der Bergzüge geltend. Auch das Hügelland zwischen dem San, dem Wislok und der Wisloka weist einen (auf 80 km Länge als Fortsetzung des nordöstlichen Waldgebirges verlaufenden) Höhenzug in dieser Richtung auf, den der San unterhalb Sanok, der Wislok unterhalb Frysztak durchbrochen hat und die Wisloka oberhalb Dembica berührt (Brzozuw—Dembicaer Hügelzug). Der von ihm zwischen Wislok und San ostwärts ausgesandte, 60 km lange Querrücken bildet mit zahlreichen Seitenästen das starkwellige Hügelland zwischen Rzeszuw, Jaroslau und Przemysl. Diesen Seitenästen entsprechen zum Theil die vom Ende des Karpathischen Waldgebirgs ausgehenden Hügelzüge, weshalb am San auf der langen Strecke Sanok—Przemysl ein stetiger Wechsel zwischen engen Durchbruch- und kleinen Kesselthälern herrscht.

2. Gewässernetz.

a) Einwirkung der Gestalt des Gewässernetzes auf den Abflußvorgang.

Die Gestalt des Gewässernetzes ist im Allgemeinen bereits bei Betrachtung der Bodengestalt geschildert worden. Wir haben gesehen, daß die diluvialen und alluvialen Ablagerungen den bei Krakau zwischen dem beiderseitigen Hügellande fließenden Weichselstrom von dem ostwärts ziehenden vorkarpathischen Hügelland weiter und weiter ab bis an den Rand des südpolnischen Hügellands gedrängt haben, der zunächst gegen Ostnordost, zuletzt gegen Nordosten zieht. Bei Tynjec oberhalb Krakau fließt die Weichsel durch einen Engpaß von hohem landschaftlichen Reize, der zugleich einen wichtigen Grenzpunkt in der Eigenart des Stromes bezeichnet. Denkt man sich das Thal hier mit einer 30 m hohen Sperrmauer geschlossen, so würde die Weichsel stromaufwärts bis zur Przemszamündung einen breiten See bilden, in den sich die Kleine Weichsel, Przemsza, Sola, Skawa und Skawinka ergössen: die erstgenannten drei Flüsse nebst der Pszczinka und Gostine konzentrisch am westlichen Ende; sogar die (vorwiegend nordwestlich gerichtete) Skawa weist nach jenem Endpunkte hin. Ob ein solcher See ehemals

vorhanden war, ob die Wassermassen, von denen die Thäler der Sola und Skawa ausgenagt sind, früher einen anderen Abfluß in westlicher oder nordwestlicher Richtung nach der Oder hin hatten, soll nicht erörtert werden. Jedenfalls bilden die genannten Gewässer jetzt eine besondere Gruppe des ganzen Netzes.

Sola, Skawa und Skawinka fügen dem Gebiete der Kleinen Weichsel eine fast ebenso große Fläche hinzu, die vorzugsweise aus Gebirgsland und aus Hügelland mit starker Bodenneigung besteht. Der vom Wendepunkte der Hauptwasserscheide am Raczagipfel bis zur oberen Skawa nordostwärts gerichtete, 65 km lange Gebirgszug ist meist über + 1000 m hoch, auf vielen Kuppen sogar mehr als + 1200 bis zu + 1725 m (Babiagura). Von den nördlich vorgelagerten Querrücken und ihren Seitenästen zeigt der am meisten im Westen gelegene (zwischen der Kleinen Weichsel und Sola) die größte Kammhöhe, auf der Baraniakuppe + 1214 m, wogegen die übrigen Bergzüge bis zur Skawa nur ausnahmsweise an die + 1000 m-Linie heranreichen. Den höchsten Punkt der Nebenwasserscheide zwischen Sola und Skawa bildet die + 934 m hohe Lamana-skala. Die Nebenwasserscheide zwischen Skawa und Raba erhebt sich freilich nicht höher als + 874 m (Koskowagura), und das Quellgebiet der Skawa liegt an der Einsattelung des Hauptkammes mit dem + 703 m hohen Beskidpasse. Da aber das Weichselthal an den Mündungen der Sola und Skawa nur + 224/227 m Meereshöhe besitzt und die Entfernung von da bis zum Hauptkamme etwa 50/70 km beträgt, so kann man die durchschnittliche Bodenneigung auf 20 ‰ (1 : 50) annehmen. Die ziemlich gestreckt verlaufenden Flüsse haben gleichfalls ein sehr großes Durchschnittsgefälle. Ihre Thäler liegen gegen Norden und Nordwesten, also gegen die vorherrschenden Regenwinde offen, ebenso wie jene der Kleinen Weichsel, Olsa und Ostrawitza. Die Nebenbäche im Gebirge vereinigen sich mit den Hauptflüssen meistens derart, daß die Hochfluthwellen zusammentreffen. Das Gleiche gilt auch für die Skawinka. Alles drängt darauf hin, den Abfluß der Niederschläge zu erleichtern und die Ausbildung großer Hochwässer zu begünstigen. Da die bei Krakau mündenden Wasserläufe Rudawa und Wilga ebenfalls aus hügeligem Gelände stammen, so herrschen in dem für die Wasserstände des dortigen Pegels maßgebenden Niederschlagsgebiete (7978 qkm) die auf raschen Abfluß des Tagewassers hinwirkenden Bodenformen in höherem Maße vor als beim Zabrzeger Pegel, und weit mehr als hier hat die Weichsel bei Krakau die Eigenschaften eines Gebirgsflusses.

Von Krakau bis oberhalb der Dunajecmündung vergrößert sich die Gebietsfläche um 4835 qkm, wovon etwa $^4/_7$ an der rechten Seite hinzukommen. Diese Gebietszunahme findet aber keineswegs gleichmäßig statt; vielmehr wächst der Flächeninhalt des Niederschlagsgebiets auf der rd. 56 km langen Strecke bis zur Rabamündung nur um $^1/_4$, auf der rd. 26 km langen Strecke von da bis zur Dunajecmündung aber um $^3/_4$ jenes Betrags an. Zwischen Krakau und der Rabamündung erhält nämlich die Weichsel auf beiden Seiten keinen erheblichen Zufluß, dann aber dicht hinter einander von jeder Seite zwei namhafte Wasserläufe, welche sämmtlich unter spitzem Winkel, also nach den östlichen Quadranten gerichtet, zum Hauptstrome fließen. An dieser Stelle sind nur die beiden von rechts mündenden Gewässer zu nennen: die aus dem Gebirge stammende Raba

und die im Hügellande entspringende Uszwica, deren Lauf zum größeren Theile im Flachlande liegt. Das Quellgebiet der Raba schließt sich unmittelbar an jenes der Skawa an, wogegen ihre Mündungen um rd. 113 km von einander abstehen. Offenbar gebraucht die Fluthwelle der Skawa, mit welcher sich die aus der Sola und Skawinka kommenden Wellen vereinigen, auf dem großen Umwege längere Zeit als eine gleichzeitig entstandene Fluthwelle der Raba, um an deren Mündung zu gelangen. Sie trifft also dort erst ein, nachdem die Raba im Weichselstrome eine Anschwellung verursacht hat, verhindert daher das Fallen und verlängert die Dauer der Hochwassererscheinung. Das Bergland, von welchem die wichtigsten Seitengewässer der oberen Raba kommen, die Gruppe der Gorczberge mit der + 1311 m hohen Kuppe des Njedzwjedz, ragt auf 19 km Länge in west-östlicher Richtung über die + 1000 m-Linie empor. Auch die nordwärts vorgelagerten Gebirgszüge besitzen größere Höhe als im Skawagebiet, sogar noch nahe am Beginne des Hügellandes (Lysina + 897 m). Im Gebirge verfolgt der Fluß mit starken Windungen vorwiegend nördliche, im Hügel- und Flachlande dagegen nordöstliche Richtung. Seinen größten Nebenbach, die Stradomka, empfängt er erst kurz vor dem Uebergange in das Flachland unweit Bochnia, so daß die Fluthwelle dieses Baches schon im Abnehmen begriffen sein wird, wenn die Welle der oberen Raba herab kommt. Trotz der größeren Höhenlage des Gebirges ist das Gefälle der Raba wegen ihrer bedeutenden Flußentwicklung geringer als jenes der Skawa, aber bis zum Eintritt in das Flachland immerhin recht bedeutend. Da die Richtung des Gebirgsthals ebenfalls den regenbringenden Wolken den Zugang erleichtert, so bilden sich im Flusse öfters gefährliche Hochfluthen aus, welche jene der weiter westlich gelegenen Gebirgsflüsse zuweilen an Höhe und an Dauer übertreffen, wie aus den Flußbeschreibungen hervorgeht. Die Uszwica belästigt ihre Anlieger häufig durch starke Anschwellungen, für welche die Flachlandstrecke keine genügende Vorfluth bietet; zwar ist sie zu klein, um allein auf die Weichsel eine bemerkbare Einwirkung äußern zu können, trägt jedoch wohl dazu bei, die Fluthwelle des Hauptstroms frühzeitig einzuleiten.

Durch den Dunajec, dessen Gebietsfläche 6958 qkm beträgt, wird das bisherige Niederschlagsgebiet der Weichsel (12 813 qkm) um mehr als die Hälfte vergrößert. Seine Quelle liegt von seiner Mündung, im Flußlaufe gemessen, 243 km entfernt, die Weichselquelle dagegen rd. 300, die Solaquelle 253, die Skawaquelle 237 und die Rabaquelle 167 km. Bei einem die Quellgebiete gleichzeitig treffenden Regenguß würden, wenn die Länge allein in Betracht käme, die Fluthwellen der Raba früher, der Skawa und Sola etwa gleichzeitig und der Kleinen Weichsel später als die Welle des Dunajec an seiner Mündung eintreffen. Thatsächlich trifft jedoch die Rabawelle annähernd gleichzeitig ein, die gemeinsame Fluthwelle der westlichen Gebirgsflüsse aber später. Hierfür bestehen zwei Gründe: Erstens ist das Gefälle des im Hochgebirge entspringenden Dunajec ungleich viel größer als das der Weichsel, auf welche der Hauptantheil jener Lauflängen kommt. Zweitens trifft ein von Norden herannahender Strichregen, bevor er das Quellgebiet des Flusses erreicht, bereits den Hauptkamm der Beskiden zu annähernd gleicher Zeit, füllt also durch die Nebenbäche des nordwärts vor-

gelagerten Berglandes die nördliche (Beskiden-) Hauptstrecke des Dunajec, noch ehe die südliche (Zentralkarpathen-) Hauptstrecke anzuschwellen beginnt. Vom Beskiden-Hauptkamme bis zur Mündung ist aber die Länge des Flusses geringer als der Weg, den die Rabawelle aus ihrem Ursprungsgebiete bis dorthin zu durcheilen hat. Dieses Ursprungsgebiet ist hauptsächlich die Gorczberggruppe, an welcher auch der oberhalb Lacko links in den Dunajec fließende Kamjenickibach entspringt; eine zur gleichen Zeit in ihm erregte Fluthwelle hat im Bachlaufe 25, im Flußlaufe von der Bachmündung ab 135, im Ganzen also nur 160 km Weglänge zurückzulegen. Ebenso früh trifft die rasch verlaufende Welle aus der Biala im unteren Dunajec ein. Wenn man auch beachten muß, daß die untere Raba schon vorher zum Anschwellen gebracht worden ist, so läßt sich doch leicht erklären, daß durch die Niederschläge im beskidischen und vorkarpathischen Gebietsantheile das Hochwasser des Dunajec etwa gleichzeitig mit dem der Raba in die Weichsel gelangt, zuweilen wohl sogar etwas früher. Der Nachschub aus dem oberen Dunajec und dem Poprad verstärkt dann die Nachhaltigkeit und, wenn die von oben kommende Welle die unterhalb entstandene einholt, auch ihre Höhe, namentlich bei den Schmelzwasserfluthen.

Auf diese Erscheinungen ist von wesentlichem Einflusse, daß außer der hohen Gorczberggruppe auch die zwischen den Durchbruchthälern der Geschwisterflüsse Dunajec und Poprad gelegene Gruppe mit dem + 1265 m hohen Radzjejowaberge, sowie das zur Rechten des Poprad gelegene Gebirge mit der + 1116 m hohen Jaworyna beträchtliche Höhe besitzen. Selbst die am Beginne des Hügellandes links mündende Losofina erhält Zufluß aus einem bis zu + 1171 m (Mogilicakuppe) ansteigenden Gebirgszuge. Die Biala, welche nordwestlich von Tarnuw rechts in den Dunajec mündet und, da dies erst im Flachlande geschieht, als selbstständiger Gebirgsfluß aufzufassen ist, stammt zwar aus weniger hohem Gebirge (Lackovakuppe + 999 m), hat aber starkes Gefälle und sehr gefällreiche Nebenbäche. Die große Geschwindigkeit, mit welcher ihre Fluthwelle entsteht und verläuft, wird durch die den Regenwinden zugekehrte nördliche Richtung ihres Gebirgsthales begünstigt.

Zwischen den Mündungen des Dunajec und der Wisloka empfängt die Weichsel von rechts nur einen, ausschließlich dem Flachlande angehörigen Fluß, den Neuen Bren, so daß der bedeutende Gebietszuwachs (von 19771 auf 26340 qkm) vorzugsweise auf der linken Seite stattfindet. Die durch den Dunajec erheblich verstärkte Eigenart der Weichsel als eines im Flachlande verlaufenden Gebirgsflusses wird demnach auf dieser Strecke einigermaßen abgeschwächt, und die Wisloka bringt den Verlust nicht wieder ganz ein. Ihr 4090 qkm großes Niederschlagsgebiet gehört hauptsächlich dem nur selten die + 500 m-Linie übersteigenden Hügellande an. Ihre drei Quellflüsse (Ropa, Dembowka und Jasiolka) entspringen im niedrigsten und schmälsten Theile des Gebirgslandes, dessen höchste Kuppe hier der + 863 m hohe Kamjen ist. Von ihrem rd. 166 km langen Laufe liegt fast ein Drittel im Flachlande, und ihr Gefälle ist geringer als das der übrigen Gebirgsflüsse. Auch das Wislokathal gewährt den von Norden kommenden Regenwolken bequemen Zugang, und die benachbarten Anhöhen empfangen reichliche Niederschläge. Aber die Fluthwelle wird weder ganz so mächtig, noch

schreitet sie ganz so rasch fort, wie in den westlicher gelegenen Beskidengewässern. Vom Zusammenflusse der drei Quellflüsse ab nimmt die Wisloka nur kleinere Nebenbäche auf bis zur Einmündung der Wjelopolka. Dieser bedeutende Bach führt zwar aus dem Hügellande recht große Wassermassen ab, verstärkt aber die Fluthwelle der Wisloka nur verhältnißmäßig wenig, da seine Welle beim Eintreffen derselben bereits im Ablaufen ist. Die von ihm eingeleitete Anschwellung der unteren Wisloka vermag beim Beginne der Hochwassererscheinung zuweilen einen bedeutenden Rückstau aus der vom Dunajecwasser noch rascher angefüllten Weichsel nicht zu verhindern. Wenn der Rückstau beim bald danach erfolgenden Annähern der Wislokawelle allmählich verschwindet, steigen Wisloka und Weichsel gleichzeitig weiter an, und die Scheitel ihrer Fluthwellen treffen gewöhnlich zusammen.

Bereits bei der Wisloka kommt jedoch öfters zur Geltung, daß die Witterungslage, welche im westlichen Stromgebiete eine große Hochfluth erzeugt, schon früher oder erst später das weiter östlich gelegene Gebiet in Mitleidenschaft zieht. Noch in höherem Maße ist dies beim San der Fall, der überhaupt eine selbstständigere Stellung einnimmt und manchmal in Ruhe bleibt, während die übrigen Gebirgsflüsse in Erregung gerathen, oder umgekehrt. Bis zu seiner Mündung vergrößert sich das Weichselgebiet von der Wislokamündung ab um 2845 qkm, auf der rechten Seite namentlich durch das 1490 qkm große Gebiet des Flachlandflusses Leng. Oberhalb der Sanmündung beträgt die Gebietsfläche 33 275 qkm und vermehrt sich durch den Hinzutritt des 16 870 qkm großen Sangebietes fast genau um die Hälfte. Indessen übernimmt bei den sommerlichen Hochfluthen nicht der San die Führung des Wellenscheitels, sondern der als wichtigster Hochwasserfluß des Weichselstromgebiets anzusehende Dunajec, dessen Abflußmenge aus der Raba und Wisloka sofort vermehrt wird. Etwas später folgen die aus der Skawa und Sola stammenden Wassermassen, noch etwas später diejenigen aus der Kleinen Weichsel. Indessen ist der Zeitunterschied so gering, der Nachschub aus dem Dunajec und seinen nächsten Trabanten aber so groß, daß die westlichen Gebirgsflüsse keinen eigenen Wellenscheitel auszubilden vermögen, sondern nur den Rücken der Hauptwelle verflachen. Dasselbe thut auch der San, der in seinen unteren Strecken bereits eine abgeflachte Welle aufweist und seine Größtmenge in den Weichselstrom bringt, bald nachdem der Hauptwellenscheitel an seiner Mündung vorbeigeschritten ist. Nähere Angaben hierüber folgen im Kap. 18 der 2. Abth. dss. Bds.

Das frühere Eintreffen der Dunajecwelle an der Sanmündung erklärt sich leicht, wenn man einen Vergleich zwischen Dunajec und San, Wisloka und Wislok zieht. Thatsächlich wirkt bei den großen Hochfluthen Anfangs der Dunajec als Hauptstrom, dessen unmittelbare Fortsetzung die 119 km lange Weichselstrecke bis zur Sanmündung bildet, die Wisloka als sein Nebenfluß, der sich 53 km oberhalb jenes Endpunktes ergießt. Die Wisloka ist nun aber der nächste Nachbar des als selbstständiger Gebirgsfluß anzusehenden Wislok, der 94 km oberhalb desselben Punktes in den San mündet. Das Quellgebiet des Wislok liegt unmittelbar neben dem der Jasiolka, des östlichen Wisloka-Quellflusses, in dem nur ausnahmsweise über + 800 m hohen, schmalen Gebirgslande der Ost-

beskiden zwischen Dukla- und Lupkowpaß. Bis Fryſztak läuft der Wislok, annähernd parallel mit Jaſiolka und Wisloka, gegen Nordweſten, und zwar vom Eintritte in das Rymanuwer Keſſelthal ab am Südweſtrande des Brzozuw—Dembicaer Hügelzugs entlang, welchen er alsdann mit nordöſtlich gerichtetem, gewundenem Laufe durchbricht. Beim Austreten aus dem Hügellande hat die Wisloka einen weniger langen Lauf als der Wislok. Von da bis zur Einmündung in die Weichſel legt die Wisloka einen ungefähr ebenſo langen Weg im Flachlande zurück, wie der Wislok bis zur Einmündung in den San. Im San haben aber die aus dem Wislok kommenden Waſſermaſſen, wie oben geſagt, eine längere Strecke zu durchlaufen, wie die Waſſermaſſen der Wisloka im Weichſelſtrome. Im Ganzen beträgt die Flußlänge von der Wislokaquelle bis zur Sanmündung 219 km, dagegen von der Wislokquelle bis dorthin 314 km. Danach wäre anzunehmen, daß die aus den benachbarten Quellgebieten ſtammenden Waſſermaſſen auf dem Wege durch den Wislok ſpäter an der Sanmündung eintreffen als auf dem Wege durch die Wisloka.

Vergleicht man nun den Dunajec mit dem San, ſo ergiebt ſich, daß vom Eintritt in das Flachland (am Dunajec bei Zglobice unweit Tarnuw, am San unterhalb Przemyſl) bis zur Sanmündung die Fluthwellen gleich große Wege mit annähernd gleichem Durchſchnittsgefälle zurückzulegen haben. Dagegen iſt die Lauflänge des Dunajec vom Hauptkamme der Beskiden bis Zglobice bedeutend kleiner und gefällreicher als diejenige des San vom Karpathiſchen Waldgebirge bis Przemyſl. Immerhin hat auch die aus dem Gebirgs- und Hügellande des Sangebiets kommende Fluthwelle einen raſchen Verlauf und kann, z. B. im Juni 1894, an der Wislokmündung mit der Welle dieſes Nebenfluſſes zuſammentreffen. Beide vereint, erreichen dann den Weichſelſtrom nicht viel ſpäter als die von den Waſſermaſſen des Dunajec geführte Hauptſtromwelle. Da aber doch gewöhnlich einige Zeit verſtreicht, bis die Welle des San ähnliche Waſſermaſſen abführt, ſo findet oft ein bedeutender Rückſtau aus der Weichſel in die Mündungsſtrecke des San ſtatt. Durch die Flachlandflüſſe wird bei Schmelzwaſſerfluthen je nach dem Umſichgreifen der Schneeſchmelze eine Verlängerung der Dauer und flachere Geſtalt der Fluthwelle oder auch eine Aufhöhung des Wellenſcheitels und Vermehrung der Größtmenge des Hochwaſſerabfluſſes verurſacht.

b) Waſſerſtände und Eisverhältniſſe.

Die Schwankung zwiſchen dem mittleren Hoch- und Niedrigwaſſer beträgt an den genannten Waſſerläufen des rechtsſeitigen Gebietsabſchnittes der Oberen Weichſel je nach der Flußſtrecke und der Querſchnittsform 2 bis 4,5, durchſchnittlich etwa 3 m. Die größten Schwankungen zwiſchen den bekannten Höchſt- und Tiefſtſtänden erreichen indeſſen bedeutend höhere Zahlen, nur ausnahmsweiſe unter 3,5, öfters über 7, durchſchnittlich etwa 5,7 m. Die bedeutendſten Waſſerſtandsunterſchiede finden ſich, wo das Fluthbett durch Hochufer oder enge Brücken ſtark eingeſchränkt und die Vorfluth des Hochwaſſers behindert iſt, namentlich beim raſchen Uebergange aus der gefällreichen Hügelland- in die gefällarme Flachlandſtrecke: z. B. an der Wisloka bei Labuzie 7,40 m, am Wislok bei Rzeszuw 7,67 m, am San bei Przemyſl 7,93 und bei Radymno 8,21 m. Faſt immer fallen die bekannten Höchſtſtände in die Sommermonate Juni bis Auguſt,

die Tiefstſtände dagegen hauptſächlich in den September bis November, aber zuweilen auch in den Frühwinter oder Sommer. In der Weichſel und im unteren San ſchwellen die Schmelzwaſſerfluthen gleichfalls zu bedeutender Höhe an. Bei den eigentlichen Gebirgsflüſſen werden jedoch die größten Hochfluthen ſtets im Sommer durch ſtarke Regengüſſe hervorgerufen, welche ihnen größere Waſſermaſſen raſcher zuführen, als die Schneeſchmelze dies jemals zu thun vermag. Aehnlich wie im Gebirgslande des Oderſtromgebiets, kommt hierbei zur Geltung, daß in den Hochlagen, in tiefen Schluchten, in dichten Wäldern und an den nordwärts geneigten Abhängen ſelbſt bei ſehr raſchem Umſichgreifen der Frühjahrserwärmung der Schnee doch weniger raſch aufthaut, in der Hohen Tatra erſt während der Monate Juni und Juli. Faſt ausnahmslos liegt daher das mittlere Hochwaſſer der ſommerlichen Jahreshälfte höher als das der winterlichen, ebenſo das mittlere Niedrigwaſſer im Sommer etwas tiefer als im Winter.

Die Sommermonate zeigen alſo einen größeren Wechſel der Waſſerſtände; ihr lange währendes Kleinwaſſer wird zuweilen durch hohe Anſchwellungen von meiſt kurzer Dauer unterbrochen, die ſich durchſchnittlich in je vier bis fünf Jahren einmal zu förmlichen Hochfluthen ſteigern. Dagegen finden die gewöhnlich nicht ſo hoch anwachſenden Schmelzwaſſerfluthen des Frühjahrs alljährlich regelmäßig, meiſtens im März, ſtatt. Letztere bringen nur in ſeltenen Fällen Gefahren und Nachtheile mit ſich, zumal der Pflanzenwuchs in Galizien erſt ziemlich ſpät zur Entwicklung gelangt, wenn das ausgeuferte Hochwaſſer längſt aus den Ueberſchwemmungsgebieten wieder abgefloſſen iſt. Ueberaus ſchädlich ſind dagegen die ſommerlichen Hochfluthen, nicht nur in Folge ihrer größeren Höhe und reißenden Strömung, ſondern auch weil ſie zuweilen die ganze Heu- und Getreideernte der überſchwemmten Niederungen mit einem Schlage vernichten. Gewöhnlich wächſt die Hochfluth ſehr raſch an; manchmal genügt eine halbe Stunde, um eine Furth, die man kurz zuvor durchwaten konnte, meterhoch unter Waſſer zu ſetzen, ſelbſt in gut bewaldeten Flußgebieten. Bei den größeren Gebirgsflüſſen wird die Scheitelhöhe oft binnen 12 bis 24 Stunden nach dem Beginne der Anſchwellung erreicht, und die Ueberſchwemmung nimmt häufig bereits viel früher ihren Anfang. Das Fallen währt in der Regel drei- bis viermal ſo lange, wenn es nicht etwa durch neue Regengüſſe noch länger aufgehalten wird. Zuweilen hat man ſogar eine urplötzliche Hebung des Waſſerſpiegels in der Art beobachtet, daß eine ſcharf begrenzte Waſſerwand von 0,5 bis 0,8 m Höhe flußabwärts mit großer Geſchwindigkeit vorrückte, ähnlich wie die ſogenannte Barre an den Mündungen mancher Tideſtröme.

Das ſtarke Gefälle der Gebirgsflüſſe und ihr zur Froſtzeit meiſt niedriger Waſſerſtand laſſen nur ſelten die Ausbildung einer größeren zuſammenhängenden Eisdecke zu, weshalb ſich auch keine Eisgänge von Bedeutung zu entwickeln pflegen. Die öfters den Eisſchollen zugeſchriebenen Uferabbrüche rühren wohl meiſtens davon her, daß beim Thauwetter das vorher in die feinen Riſſe und Spalten der Bruchufer gelangte, während des Winters gefrorene Waſſer beim Aufthauen Abrutſchungen veranlaßt, gewöhnlich kurz nach dem Eisgange, der ſich vollzieht, bevor der Boden aufgethaut iſt. Nicht ſelten entſtehen dabei Eisver-

setzungen, die der Zustand des Flußbettes nur zu sehr begünstigt, und heben vorübergehend den Wasserstand zu beträchtlicher Höhe innerhalb des Staubereichs an, rufen jedoch in den galizischen Nebenflüssen fast niemals Gefahren hervor, da sie vom wachsenden Wasserdrucke bald wieder gelöst werden. Nähere Angaben über diese Nebenflüsse und die öfters gefahrvollen Eisverhältnisse des Hauptstromes enthält das 18. Kap. der 2. Abth. dss. Bds.

c) Entstehung der Geschiebe.

Die Gebirgsbäche der Beskiden und des Karpathischen Waldgebirges sind im Oberlaufe meist in Sandsteinfelsen eingebettet oder rinnen über flache, dicht auf einander folgende Felsenstufen; von Geschieben läßt sich wenig oder gar nichts bemerken. Folgt man dem Bachlaufe zu Thal, so trifft man jedoch bald auf eine Schotterablagerung, dann auf eine zweite und dritte, schließlich auf große zusammenhängende Ablagerungen, welche oft die Thalsohle völlig mit Gerölle bedecken.

Das scheinbar feste Gestein ist in Wirklichkeit gewöhnlich wenig widerstandsfähig, besonders wenn die Sandsteinbänke mit Thonschieferschichten wechsellagern. Die Vorderflächen der einzelnen Stufen werden durch die Wirkungen des Wassers und der Luft in eine Reihe lose neben einander liegender Steinblöcke zerspalten oder durch Auswaschung der weicheren Schichten unterwühlt und abgebrochen. Schwillt nun der Bach nach einem heftigen Regengusse oder vom Schmelzwasser des Schnees schnell an, so trägt die rasch herabstürzende Wassermasse die Steinblöcke bis in die nächste weniger stark geneigte Bachstrecke hinab und läßt sie dort liegen, bis ein abermaliges Hochwasser sie weiter schiebt. Das erste Ruheplätzchen der Steintrümmer findet man in der Regel da, wo sich zwei oder mehrere Wasserläufe vereinigen, wo also die Geschiebemasse größer, die fortbewegende Kraft des Wassers wegen der Ausbreitung des Querschnitts geringer geworden ist. Bei jedem Nebenbache wiederholt sich mehr oder weniger dieselbe Erscheinung. Nach und nach nehmen die Gesteintrümmer an Menge zu, an Größe der einzelnen Stücke in Folge der Verwitterung und Abschleifung dagegen ab. Da inzwischen das Bachgefälle sich bedeutend vermindert hat, so entstehen zuletzt jene ausgedehnten Schotterfelder. Dieser Vorgang vollzieht sich indessen äußerst langsam, und die seit Jahrtausenden angesammelten Trümmer erhalten alljährlich nur wenig neue Zufuhr. Daß die Erosion in geringem Maße fortschreitet, wird durch die Gestalt der Bachbetten dargethan. Schluchtartig geformte Betten mit hohen Steilufern kommen nur selten vor; gewöhnlich sind die Wasserläufe ziemlich flach zwischen mäßig hohen Ufern eingebettet. Für das ganz allmählich erfolgende Zurückweichen der Bachsohle spricht auch der Umstand, daß die Beskidenbäche fast nirgends Wasserfälle gebildet haben, wogegen im härteren Granite der Hohen Tatra beinahe jeder Bach durch schäumende Fälle und Stromschnellen die Schönheit der wilden Hochgebirgslandschaft erhöht.

Reichlicher wie die Erosion des Gesteins fließt eine zweite Quelle der Geschiebebildung. Häufig sind nämlich die Beskidenberge über dem gewachsenen Felsen mit einer oft mächtigen Verwitterungskruste aus lockerem Gerölle und aufbereitetem sandig-lehmigem Boden bis zu den Kuppen hinauf bedeckt. Die

Ufer der hierin eingenagten Bäche vermögen dem Angriffe des Hochwassers keinen Widerstand entgegenzusetzen, besonders in den starken Krümmungen. Sie werden unterwaschen, stürzen streifenweise ein und versorgen den Wasserlauf mit großen Massen von Gerölle und Sinkstoffen. Zahlreiche Bäche durchschneiden von ihrem Ursprunge ab derartiges Gelände, namentlich die von der Gorczberggruppe stammenden Gewässer und die Nebenbäche der unweit Tarnuw in den Dunajec mündenden Biala. Obgleich plötzlich ausbrechende Muhrgänge wie bei den Wildbächen der Alpen kaum vorkommen, sind diese Gewässer doch arge Verwüster der Nachbarschaft und unermüdliche Arbeiter für die Bildung und Fortbewegung großer Schottermassen, daher wohl ebenfalls als Wildbäche zu bezeichnen.

Eine dritte Quelle der Geschiebebildung sind die der Verwitterung und Abwaschung ausgesetzten, waldfreien und meistens als Viehweiden benutzten, stark geneigten Berglehnen. Auf diesen mageren Hutungen ist die Bodenkrume so dünn und der Graswuchs so dürftig, daß das Vieh die kärgliche Humusschicht durchtritt, namentlich bei nassem Wetter, und Steintrümmer bloßlegt, welche durch Regengüsse herabgeschwemmt werden. Hierbei entstehen Runsen, die dem Tagewasser das Eindringen auf die undurchlässige Unterlage gestatten. Wenn am Fuße einer solchen Bergweide ein Bach entlang fließt, so vermehren die hinabstürzenden Steine seine Schottermasse allmählich, manchmal aber auch plötzlich in hohem Grade, falls nämlich das Sickerwasser auf dem Untergrund eine schlüpfrige Schicht erzeugt hat, die dann nach anhaltenden heftigen Niederschlägen ein gewaltsames Abrutschen der aufgelagerten Schotter- und Bodenmassen herbeiführt.

d) Geschiebeführung der Flüsse.

Von diesen drei Quellen rühren die ungeheuren Geröllmassen her, welche die Mündungsstrecken der Beskidenbäche und die Schotterbetten der Gebirgsflüsse auf große Breite und viele Kilometer Länge, öfters bis weit in das Hügelland hinein, erfüllen. Die Flüsse haben kein tiefes Bett in diese Ablagerungen eingeschnitten, sondern nur flache, ihre Lage und Richtung häufig wechselnde Rinnen. Während das Hochwasser beim Anschwellen und Abfallen über das leichtbewegliche Trümmerfeld hinstreicht, wühlt es weit größere Massen von Geröllen auf, als aus den Nebenbächen hinzu geschleppt werden, trägt sie auch nicht auf große Entfernungen mit sich, sondern läßt sie bald wieder zur Ruhe gelangen. Die Einwirkung des Hochwassers auf die Geschiebe betrifft daher weniger die Neubildung von solchen in den Erosionsgebieten, als vielmehr die Umlagerung der alten Schottermassen in den Ablagerungsgebieten der Gebirgsbäche und Gebirgsflüsse. Wo die Thalgründe dicht besiedelt sind, hat die langjährige Thätigkeit der Bewohner durch allmähliches Vorschieben der Kulturnutzung die Schutthalden mit der Zeit festgelegt und dem Wasserlaufe ein gebundenes, nach und nach tief eingeschnittenes Bett geschaffen. Freilich richten dann außergewöhnliche Hochfluthen erheblichen Schaden an, zerstören die ungenügend befestigten Ufer und wühlen neue Bahnen aus, vernichten das im Wege Stehende und verschottern das überströmte Gelände mit den Geröllen, die sie durch Abbrüche und Einrisse in Bewegung gebracht haben. Diesem (doch nicht gar häufig eintretenden) Schaden

steht aber der ständige Nutzen gegenüber, den der in Kultur genommene und besiedelte Thalgrund seinen Bewohnern bringt. Während die dichte Besiedelung des Thalgrundes z. B. bei den Sudetenflüssen des Oderstromgebietes als Regel gelten kann, bildet sie bei den Beskidenflüssen Galiziens eine seltene Ausnahme. Soweit deren Ablagerungsgebiete reichen, mindestens in den oberen Strecken, hat man fast überall das Hochwasserbett dem Spiele der Wassermassen überlassen, die Kulturnutzung und die Besiedelung aber auf die höheren Lagen beschränkt. Erst in neuerer Zeit ist damit begonnen worden, planmäßig und zielbewußt den Kampf gegen die umlagernde Wirkung des Hochwassers aufzunehmen und gebundene Flußbetten herzustellen.

Im vollen Maße trifft die vorstehende Schilderung nur zu für diejenigen Wasserläufe, welche ganz oder vorzugsweise dem Gebirgslande angehören, am wenigsten also für die hauptsächlich im Hügel- und Flachlande verlaufenden Flüsse. Der San zeichnet sich durch die geringste Geschiebeführung aus, und seine Seitengewässer, einschließlich des Wislok, stehen ihm hierin wenig nach. Am schlimmsten liegen die Verhältnisse bei der Sola, für welche ein planmäßiger Ausbau beschlossen worden ist, an der Skawa und an der Biala, in deren Quellgebieten man bereits mit Wildbachverbauungen begonnen hat. Das Verhalten der Raba nähert sich dem der beiden westlichen Gebirgsflüsse, das der Wisloka ähnelt mehr dem Verhalten des Wislok und San. Der Dunajec nimmt auch in dieser Beziehung eine Ausnahmestellung ein, da er von seinem außerhalb der Beskiden liegenden Quellgebiete nur wenig Geschiebe mitbringt, sondern sie größtentheils im Neumarkter Kesselthale zurück läßt. Mehr noch gilt dies vom Poprad, der bereits innerhalb Ungarns ein einheitliches, tief eingeschnittenes Bett besitzt und verhältnißmäßig wenig grobe Geschiebe führt. Beide Geschwisterflüsse werden aus den Zentralkarpathen, selbst im Hochsommer nach längerer Trockenheit, ziemlich reichlich mit Wasser versorgt und bewahren nach dem Eintreten in die Beskiden zur Kleinwasserzeit mehr als die übrigen Gewässer die räumende Kraft. Welche Einwirkung die Kesselthäler auf die Zurückhaltung der Geschiebe ausüben, ist schon auf S. 34 erwähnt worden.

Was die Art der Geschiebe anbelangt, so muß bemerkt werden, daß sogar in den oberen Strecken der Sola und Skawa große Steinblöcke kaum vorkommen und grober oder mittelgrober Schotter weitaus überwiegt. Das Gefälle der Beskidenflüsse ist zwar groß, aber doch weit kleiner als bei den Alpengewässern. Daher geht die Verwitterung eines Steinblocks rascher vor sich als seine sprungweise von Hochwasser zu Hochwasser erfolgende Reise; er spaltet sich bald und büßt durch Abschleifung oder Abwaschung den größten Theil seines Rauminhalts ein. Die abgelösten Bestandtheile werden vom fließenden Wasser als feiner Schotter, Sand und Schlick weiter getragen. In den oberen Strecken der Sola, Skawa, Raba, des Dunajec, ja sogar der Wisloka und des San sind die Sand- und Sinkstoffmassen noch so gering, daß sie zur wirksamen Verlandung wenig beizutragen vermögen. Die mittleren Strecken der Wisloka und des San, bei den übrigen Flüssen erst die unteren Strecken führen dagegen große Massen von Sand und Schlamm mit sich. Beim Wislok treten die Geschiebe und Schottermassen gegen die Sinkstoffe weit zurück. Im Oberlaufe des Dunajec herrschen

ellipsoidförmige Granitstücke vor, deren Abmessungen nach der großen Achse meist 20 bis 45 cm, nach der kleinen Achse 15 bis 20 cm betragen, daneben auch Kalke und Sandsteine. Nachdem er in das Gebiet der Beskiden eingetreten ist, gewinnen die zumeist plattenförmigen Sandsteinstücke die Oberhand. Bei den anderen Gebirgsflüssen besteht der Schotter fast ganz aus Sandstein, während Thonschiefer und Mergel rasch in Schlick verwandelt werden. Durch die besonders beim Abfallen des Hochwassers erfolgenden Uferabbrüche erhalten die unteren Flußläufe eine Zufuhr von nordischen Geschieben des Diluviums, die ihre Wanderung jedoch bald nach dem Beginne wieder beenden.

e) Kleinere Nebengewässer des Weichselstroms.

Nach dieser vergleichenden Darstellung des Gewässernetzes und der wichtigsten Eigenschaften der galizischen Gewässer genügt es, die Zusammensetzung der Gebirgsflüsse aus ihren Nebenbächen im Einzelnen kurz zu beschreiben. Dabei kommen in Betracht: die Sola, die Skawa, die Raba, der Dunajec, die Wisloka, der Wislok und der San. Als minder wichtige Wasserläufe seien aber vorweg diejenigen genannt, welche sich unmittelbar in die Weichsel, unabhängig von den genannten Flüssen, ergießen. An stehenden Gewässern ist das galizische Weichselgebiet sehr arm, abgesehen von den ausgedehnten Moor- und Sumpfflächen. Die theilweise in Galizien, theilweise in Ungarn gelegenen Meeraugen der Hohen Tatra sind bereits wegen ihrer geologischen Bedeutung im Bd. I, 1. Abth. 3. Kap. betrachtet worden. Im Beskidengebirge und vorkarpathischen Hügellande finden sich keine Seen; vielleicht waren die zahlreichen Kesselthäler ehemals Seeflächen, die aber schon in der Urzeit verschottert worden sind. Im westlichen Flachlande liegen einige kleine Teiche zwischen Raba und Dunajec, außerdem mangelhaft verlandete Schlenken in den Flußniederungen. Im Osten des unteren San durchfließt der Szklo oberhalb Jaworuw den Jaworowskisee und vorher den Werchsee, die Zawadowka den Wjerzbianyer See und die Lubaczowka den See bei Nowagrobla.

Zur Gruppe der westlich vom Tynjecer Engthale mündenden Gewässer gehört die nordwärts gerichtete Skawinka (340 qkm Gebietsfläche), deren Quellbäche am Fuße des + 734 m hohen Babicabergs südöstlich von Landskron entspringen. Oberhalb Radziszuw, wo die von Bielitz-Biala über Wadowice kommende Eisenbahn in ihr Thal eintritt, nimmt dasselbe eine erhebliche Breite an, geht aber erst kurz vor der Mündung bei Skawina (+ 209 m) in das hier nur aus dem Alluvialthale der Weichsel bestehende Flachland über. Die nach heftigen Regengüssen aus dem bergigen Niederschlagsgebiet schnell in die Niederung gelangenden Hochwassermassen haben dort manchmal beträchtlichen Schaden verursacht. — Oestlich von Skawina führt die Eisenbahn durch eine diluviale Thalsenke, welche die Tynjecer Hügel vom geschlossenen Rande des Hügellandes abtrennt, nach der Wilga hinüber, einem südlich von Wjeliczka auf etwa + 320 m entspringenden harmlosen Bache, der oberhalb Podgurze, gegenüber von Krakau, in die Weichsel mündet (+ 197 m).

Aus dem bei der Bergwerkstadt Wjeliczka und östlich davon gelegenen Hügellande fallen mehrere kleine Bäche in die breite, meist sehr tief liegende

Weichselniederung unterhalb Krakau—Podgurze, welche dort früher zu Ueberschwemmungen Anlaß gaben, besonders wenn ihr Abfluß durch hohe Wasserstände des Stromes behindert war: die Drwina, die Srawa, mit welcher sich in der Niederung die Zabawa vereinigt, und die Podlenzowka. Im Zusammenhange mit dem Ausbaue der Weichseldeiche der Strecke Podgurze—Njepolomice sind diese Bäche auf 16 km Länge begradigt, ausgebaut und beiderseits eingedeicht worden. — Oestlich von Njepolomice entspringt die ganz dem Flachlande angehörige Drwinka, welche das moorige Gelände zwischen den Njepolomicer und Grobla-Wäldern durchfließt und erst am Ende der Niederung (dicht oberhalb der Rabamündung) in die Weichsel übergeht. Gelegentlich der Eindeichung von Njepolomice bis zur Rabamündung soll auch dieser Bach demnächst auf ganzer Länge einen verbesserten und eingedeichten Lauf erhalten.

Zwischen der Raba und dem Dunajec, wo das Flachland schon große Breite besitzt, wird es von drei ansehnlichen Wasserläufen durchflossen: von der Grobka, die bei Dombrowka-wjelka in die Weichsel mündet, und der Uszewka, welche in die Uszwica fließt, kurz bevor sich diese oberhalb Jagodniki in die Weichsel ergießt. Die Grobka stammt aus dem Hügellande bei Bochnia, die Uszewka aus dem Flachlande, wogegen die Uszwica bei Rajbrot am Fuße des + 613 m hohen Kobylabergs auf etwa + 400 m entspringt, also bis zur Mündung (+ 175 m) bei 65 km Lauflänge 3,46 ‰ (1 : 289) mittleres Gefälle hat. In der über 25 km langen Niederungsstrecke sinkt ihr vorher recht bedeutendes Gefälle auf etwa 1 ‰ herab, und der Zustand des Bettes genügte früher für die Abführung der zuweilen bedeutenden Hochwassermassen aus dem 461 qkm großen Niederschlagsgebiete so wenig, daß die angrenzenden Felder und Wiesen, im Juni 1884 auch die dicht an den Bach gebauten Ortschaften, ernstliche Schäden erlitten. Mit den nach der letztgenannten Hochfluth bewilligten Nothstandsgeldern ist ein Ausbau des Bachlaufes und seiner Eindeichungen begonnen worden und soll, im Zusammenhange mit dem Ausbau der Deichstrecke Rabamündung—Dunajecmündung, vom galizischen Landesausschusse unter Beihülfe des Staates und der Anrainer demnächst weitergeführt werden. Diese Bauten werden sich auch auf die Uszewka und den 16 km langen Niederungslauf der Grobka erstrecken. — Die Kisjelina, ein vierter Flachlandfluß desselben Gebietsabschnittes, stammt vom Rande des Hügellandes und fließt durch waldiges Gelände bei Zdarzec in die Dunajecniederung, in derselben entlang und oberhalb der Mündung des Dunajec durch ein abgeleitetes Bett in die Weichsel. Die beiden 1889 errichteten Wassergenossenschaften zur Regulirung des Kisjelinabaches und Entwässerung der unteren linksseitigen Dunajecniederung umfassen mit 138 qkm Betheiligungsfläche die ganze Niederung von Biskupice-radlowskje bis zur Weichsel. Im Zusammenhange mit dem Umbau der Weichsel- und Dunajecdeiche ist die Kisjelina auf 16 km Länge mit Rückstaudeichen eingefaßt, begradigt, verbreitert und vertieft worden. Diese und die sonstigen, für den Ausbau des Grabennetzes erforderlichen Arbeiten gehen ihrer Fertigstellung entgegen.

Das Flachland zwischen Dunajec und Wisloka wird hauptsächlich vom Bren, der zum Unterschiede von dem in die Mündungsstrecke der Wisloka mündenden Alten (Stary) Bren auch Neuer (Nowy) Bren heißt, in die Weichsel

bei Otalez entwässert (+ 159 m). Der Bren entspringt an der das Dunajecthal begrenzenden sandigen Bodenschwelle bei Kobjerzyn im Norden von Tarnuw auf + 221 m, fließt nordwärts zur Weichselniederung und in geringem Abstande von ihrem Rande entlang, so daß er die meisten nördlich gerichteten Flachlandbäche rechts auffängt. Sein einziger größerer Zufluß von links (außer den Abzugsgräben) ist die Zabnica, welche dem südwestlichen Theile der Dunajec-Weichsel-Niederung Vorfluth giebt. Das mittlere Gefälle des 52 km langen Baches beträgt 1,19 °/oo, in der Niederungsstrecke aber erheblich weniger. Durch die rechtsseitigen Nebenbäche wächst sein Niederschlagsgebiet auf 784 qkm an. Innerhalb des Bezirks Tarnuw sind von einer bereits vor Inkraftsetzung des Reichs-Meliorationsgesetzes begründeten Genossenschaft durch Ausbau der Zabnica 14 qkm Ländereien gegen Hochwasser geschützt und entwässert worden. Der Ausbau und die Bedeichung des Neuen Bren und einiger Nebenbäche, zusammen auf 42 km Länge, wurde von einer 1888 begründeten Genossenschaft mit 183 qkm Betheiligungsfläche begonnen und soll als Landesunternehmen zu Ende geführt werden. — Der nordwestliche Theil der Dunajec-Weichsel-Niederung zwischen Borusowa und Tonje, nördlich vom Zabnicabache, besitzt eine selbstständige Entwässerung durch den Zyblikjewiczkanal, welcher nebst dem Netze der Abzugsgräben von einer besonderen, 1882 errichteten, 77 qkm umfassenden Genossenschaft angelegt worden ist. — Der östliche Theil des Niederungsgebiets, die Weichsel-Wisloka-Niederung, wird durch den Alten Bren in die Wisloka dicht oberhalb ihrer Mündung entwässert. Auch dieser Bach ist von einer zu Entwässerungszwecken und zum Schutze gegen die Ueberschwemmungsschäden 1877 errichteten, 58 qkm umfassenden Wassergenossenschaft ausgebaut, sowie im Anschlusse an die Deiche der Weichsel und Wisloka auf 11 km Länge mit Rückstaudeichen eingefaßt worden. Neuerdings sind die genossenschaftlichen Anlagen mit Unterstützung aus dem staatlichen und Landes-Meliorationsfonds vervollständigt und auf 103 qkm Grundfläche ausgedehnt worden.

Die rechtsseitige Wisloka-Weichsel-Niederung zwischen Zlotniki (unterhalb Mjelec) an der Wisloka und Przykop an der Weichsel erhält ihre Entwässerung durch ein Netz von Abzugsgräben, welche nach dem oberhalb Przykop in die Weichsel mündenden Chorzelowkakanal Vorfluth haben. Die zu seinem Baue 1883 begründete Wassergenossenschaft umfaßt eine Betheiligungsfläche von 58 qkm. Sowohl diese, als auch die vorher genannte Genossenschaft am linken Ufer der Wisloka werden ihre volle Wirksamkeit erst erlangen können, wenn die als Bezirksunternehmen des Bezirkes Mjelec geplanten Um- und Neubauten der Hauptdeiche an der Weichsel und Wisloka beendigt sind. Mit diesem, auf den Schutz vor Ueberschwemmungen einer 235 qkm großen Fläche fruchtbarer Niederungsländereien und die Grabenentwässerung einer weiteren Fläche von 164 qkm versumpfter Grundstücke hinzielenden Unternehmen ist kürzlich begonnen worden, um der durch Wolkenbrüche im Sommer 1897 in Nothstand gerathenen Bevölkerung Arbeit zu verschaffen. — Im Osten der rechtsseitigen Wislokaniederung zieht sich ein schmaler hochwasserfreier Sandrücken hin, den die Landstraße und Eisenbahn von Mjelec nach Tarnobrzeg benutzen. Die südöstlich von ihm ausgebreiteten, großentheils sumpfigen Ländereien werden von der Babulowka ent-

wässert, die bei Sjedleszczany in die Weichsel mündet am Fuße der Tarnobrzeger Bodenschwelle. Gegen den Rückstau wird dieser Bach nebst der Krzemjenica und dem Ruw, welche für den anschließenden Theil der Weichselniederung Vorfluth in die Babulowka gewähren, auf 24 km eingedeicht und zur Verbesserung der Vorfluth ausgebaut. Das Ziel des 1901 zu beendigenden Ausbaues bildet Schutz vor Ueberschwemmung und Entwässerung von 104 qkm Grundfläche.

Die Tarnobrzeger Bodenschwelle hält sich von Sjedleszczany bis Nadbrzezje, gegenüber Sandomjerz, in Nähe der Weichsel und trennt ihr Thal von einer lang gestreckten, aus sumpfigem und sandigem Gelände bestehenden Senke, die von Mjelec bis zur Sanmündung reicht. Ihr südwestlicher Theil findet seine Vorfluth durch die bereits erwähnte Babulowka, der nordöstliche durch den Leng. Zwischen beiden liegt der längere Mitteltheil, dessen Wasserläufe sich in der unterhalb Nadbrzezje mündenden Trzesniowka vereinigen. Im Anschlusse an die Weichseleindeichung sind die Trzesniowka und ihr letzter Zufluß, die Zupawa, auf 17 km Länge mit Rückstaudeichen versehen und ausgebaut worden. Den Ausbau hat eine 1888 errichtete Wassergenossenschaft bewirkt, deren Betheiligungsgebiet 58 qkm umfaßt. — Dicht unterhalb mündet der Leng in die Weichsel, dessen 1490 qkm großes Niederschlagsgebiet bis in die Nähe des unteren Wislok reicht. Auch nach dem Eintritt in jene sumpfige Sandniederung behält er noch 1,2 ‰, zuletzt 0,6 ‰ Gefälle. Da der Leng zuweilen beträchtliche Hochwassermassen mit ziemlich großer Geschwindigkeit abführt, war man genöthigt, die Ufer der auf 24,5 km Länge ausgebauten und auf 20 km mit Rückstaudeichen versehenen Endstrecke dieses 75 km langen Flachlandflusses mit Packwerk und Weidenpflanzungen zu sichern, während man sonst die Böschungen der Bachbetten nur durch eine gute Rasendecke mit Flechtzäunen am Fuße zu schützen pflegt. Die bei Krawce beginnende Betheiligungsfläche der 1887 errichteten Wassergenossenschaft umfaßt 103 qkm. Weiter oberhalb sind die Kosten für den Ausbau des wildbachartigen Laufes aus dem Landes- und staatlichen Meliorationsfonds bestritten worden. — Diese beiden Unternehmungen stehen in engem Zusammenhang mit dem Ausbaue der Weichsel- und San-Deiche im Tarnobrzeger Bezirke, welcher 1889 als Bezirksunternehmen begonnen und jetzt größtentheils beendigt ist. Bei dieser 271 qkm Niederungsfläche in 64 Gemarkungen umfassenden Eindeichung haben gleichzeitig der unterhalb des San in die Weichsel mündende Strachockabach, sowie die rechtsseitigen Nebenbäche des San Jodlowka und Bukowa auf 12 km Länge Rückstaudeiche erhalten und sind begradigt worden.

f) Seitengewässer der wichtigsten Nebenflüsse.

Nach dieser Uebersicht über die minder wichtigen, meistens dem Flachlande angehörigen Nebengewässer der Oberen Weichsel sollen die Seitengewässer der Gebirgsflüsse Sola, Skawa, Raba, Dunajec mit Poprad und Biala, Wisloka, Wislok und San kurz betrachtet werden.

Die **Sola** (Gebietsfläche 1388 qkm, Lauflänge 94,3 km, Fallhöhe 529 m, mittleres Gefälle 5,61 ‰ = 1 : 178) entsteht aus der Vereinigung dreier Quellbäche bei Rajcza. Hauptquellbach ist der am Ochozdito auf + 755 m entspringende Solbach, in dessen Thal die Eisenbahnlinie Saybusch — Csacza nach dem

Zwardonpasse aufsteigt; oberhalb der Vereinigung mit dem Slamnicabache in dem durch seine Salzquelle bekannten Dorfe Sol heißt er Czerna. Während dieser Wasserlauf von Westen kommt, fließt die auf + 1000 m am Rycerzowaberge entspringende Rycerka in süd-nördlicher Richtung, ebenso wie der Hauptfluß. Wasserreicher als sie ist der am Wjelki-Smerekowberge auf + 1000 m entspringende Ujsolybach, der von Südosten zu den beiden anderen hinzutritt. In dem bis Cjecina reichenden Oberlaufe mündet bei Miluwka links die Kameszznica, deren Seitengewässer von dem Gebirgszuge zwischen Ochozdito und Barania stammen, sodann oberhalb Cjecina rechts die Zabnica vom + 1324 m hohen Lipowskaberge. In der oberen Strecke des Mittellaufs (bis Zadzjele), d. h. im Saybuscher Kesselthale, erhält die Sola von links die Lesna ober- und die Zylca unterhalb der Stadt Saybusch; diese beiden Bäche entwässern den als Wasserscheide zwischen der Sola und Kleinen Weichsel dienenden Gebirgszug von der Barania bis zum Beginne des Bialagebietes. Von rechts münden die Koszarawa bei Saybusch und die Lenkawka bei Zadzjele.

Alle genannten Bäche führen große Schottermassen mit sich und haben den Saybuscher Thalkessel damit angefüllt, namentlich die linksseitigen Gewässer, wogegen die Koszarawa, der bedeutendste Nebenbach, den größten Theil seiner Geschiebe bereits im breiten, von der Eisenbahnlinie Saybusch—Chyruw (der sogenannten galizischen Transversalbahn) durchzogenen Thale der unteren Strecke liegen läßt. Die Koszarawa (258 qkm Gebietsfläche) entspringt am Jalowjecberge auf + 900 m und gelangt aus dem bis zum Dorfe Koszarawa schluchtartig geformten Oberlaufe in ein etwas breiteres Thal, das beim Dorfe Przyboruw so verschottert ist, daß die Häuser und abgestorbenen Obstbäume zwischen den Geröllmassen stehen. Unterhalb dieses Ortes empfängt sie links die Krzyzowka, deren Nebenbach Glina vom gleichnamigen Passe des Hauptkammes kommt, sodann am Beginne der unteren Strecke rechts den Pewelbach, in dessen Thal die Transversalbahn aufwärts steigt, und gleich danach die unweit der Zabnicaquelle entspringende Sopotnia. Hauptsächlich die beiden linksseitigen, vom Hauptkamme der Beskiden stammenden Bäche speisen die Schotterfelder des Unterlaufs reichlich.

In der letzten Strecke des Mittellaufs, dem 12 km langen Durchbruchthale, ergießen sich von beiden Seiten gefällreiche, viel Schotter führende kleine Bäche in die Sola. In ihrem Unterlaufe erhält sie von links die Hecznarowka, von rechts die schon von Kenty ab auf große Länge mit dem Hauptflusse parallel an seinem rechtsseitigen Thalrande fließende Roczynka, welche die Bäche des Hügellandes ähnlich wie ein Randkanal abfängt. Beide nehmen ihren Ursprung zwar noch im Gebirge, werden aber fast ausschließlich aus dem Hügellande gespeist und steigern die Wassermasse der Sola, ohne ihre Geschiebeführung zu vermehren.

Die **Skawa** (Gebietsfläche 1151 qkm, Lauflänge 98,4 km, Fallhöhe 562 m, mittleres Gefälle 5,71 ‰ = 1 : 175) entspringt am Nordosthange der zum Hauptkamme gehörigen Lysagura oberhalb Spytkowice auf + 780 m und nimmt in diesem Dorfe links den vom Beskidpasse kommenden Wsiowybach auf. Bis Osjelec beschreibt der Fluß einen großen Bogen um die Gruppe des + 635 m

hohen Luisenbergs und nähert sich dabei am Dorfe Skawa der oberen Raba auf 1,4 km Abstand; von hier bis Sucha folgt die Transversalbahn dem Skawathale. Oberhalb Osjelec mündet links der Bystrabach, dessen Nebenbäche an dem von der Babiagura zum Beskidpasse ziehenden Hauptkamme und seinen Seitenästen entspringen (Polica + 1367 m). Einige derselben und die kleinen Rinnsale unterhalb Osjelec bringen große Schottermassen von den Bergen herab, namentlich die Sidzina, welche nebst mehreren anderen Bächen einer Wildbachverbauung unterzogen worden ist. (Vergl. 2. Abth. 6. Kap.). In dem bis Jaroszowice reichenden Mittellaufe, besonders im kleinen Kesselthale bei Makuw, macht sich die Wirkung der Geschiebezufuhr durch große Schotterfelder bemerkbar, obgleich die oberhalb Makuw links mündende Skawica, der wasser- und gefällreichste Nebenbach des Gebirgslandes, in Folge der musterhaften Waldwirthschaft in ihrem Niederschlagsgebiet wenig Gerölle hinzubringt, sondern von ihrem Quellgebiete am Nordhange der + 1725 m hohen Babiagura ab ein tief eingeschnittenes, ziemlich gut ausgebildetes Bett besitzt.

Bei Sucha mündet links die am Nordhange des Jalowjec, unweit der Koszarawaquelle, entspringende Stryszawka, welche viel Schotter mit sich führt, ebenso wie ihre linksseitigen Nebenbäche; durch ihr Thal und das des Lachowkabachs geht die Transversalbahn von Sucha in das Solagebiet hinüber. Der einzige nennenswerthe Zufluß von rechts ist die an der Babicakuppe (+ 734 m) ihren Ursprung nehmende Jachowka, während von links zwischen Sucha und Jaroszowice noch mehrere schotterreiche Bäche einmünden, namentlich die vom Lakowjec (+ 922 m) kommende Tarnawka und die am Ganczarz (+ 802 m) entspringende Ponikjewka. Unterhalb der Bezirkshauptstadt Wadowice ergießen sich zwei Hügellandsbäche, die jedoch auch Zufuhr vom Rande des Gebirges erhalten: links die Choczenka vom Nordhange des Ganczarzbergs, rechts die Wkrzeka aus der westlichen Umgegend des Wallfahrtsortes Kalwarya, von dem die Eisenbahnlinie Podgurze—Biala durch diese beiden Bachthäler nach Andrychau ins Thal der Wjeprzowka führt. Ihr Quellgebiet wird von einem halbkreisförmigen, am Ganczarzberge beginnenden und über die + 934 m hohe Lamana-skala bis zur Zlotagura (+ 759 m) ziehenden Bergzuge begrenzt, der gegen Norden offen ist und zahlreiche Wasserläufe in dieser Richtung entsendet, die bei Andrychau zusammenrinnen. Das hier beginnende breite Hügellandsthal läßt den Regenwinden freien Zutritt in das Quellgebiet, so daß die Wjeprzowka zuweilen bedeutende Wassermassen sehr rasch abführt und Ueberschwemmungen in dem flachen Thalgrunde unterhalb jenes Städtchens verursacht. An der letzten Strecke liegen viele, vom Wjeprzowkabache gespeiste Fischteiche. Mit der Skawa vereinigt sich derselbe erst kurz vor dem Eintritt in das Flachland oberhalb Zator, 7 km vor ihrer Einmündung in die Weichsel.

Die **Raba** (Gebietsfläche 1527 qkm, Lauflänge 141,7 km, Fallhöhe 605 m, mittleres Gefälle 4,27 °/₀₀ = 1 : 234) entspringt bei Sjeniawa auf + 785 m und erhält im Oberlaufe bis zum kleinen Kesselthale bei Mszana-dolna ihre Zuflüsse hauptsächlich rechts von der Gorczberggruppe, die auf der Njedzwjedzkuppe + 1311, auf der Gorczkuppe + 1229 m Meereshöhe erreicht. Die Hauptwasserscheide berührt ihr Quellbach nur auf kurze Strecke oberhalb Raba-wisznia. Von

diesem Orte bis zur Station Chabuwka der Transversalbahn ist ihr Thal nur durch einen flachen Höhenrücken vom Skawathale getrennt. Die von den Gorczbergen stammenden Bäche, nämlich der Ponicebach und Slonnebach bei Rabka, die Poremba, welche bei Mszana-dolna in die Mszana mündet, und der letztgenannte große Bach, führen bedeutende Schottermassen in die Raba, ebenso die bei jenem Orte von rechts in die Mszana kurz vor ihrer Mündung fließende Slomka, deren Seitenthälchen die von Rabka ab im Thale des Hauptflusses liegende Transversalbahn zum Uebergange in das Dunajecgebiet benutzt. Bevor sie dasselbe erreicht, umzieht sie den stattlichen Snjeznicaberg (+ 1006 m), an dessen Südhang die in den Mittellauf der Raba rechts mündende Kasinka entspringt. Etwas weiter unterhalb ergießen sich links die Lubjenka und Krzczonowka, zwischen denen die + 859 m hohe Kuppe des Cymbalowabergs gelagert ist. Diese drei Bäche führen zwar ebenfalls Schotter, aber doch viel weniger als die oben genannten. Bei Myslenice erreicht die Raba das breite Thal, in welchem sie von links nur noch unbedeutende, aber gefällreiche Hügellandbäche empfängt, von rechts drei größere, aus dem Gebirge kommende Nebenbäche: die Trzemesna, die unterhalb Dobczyce mündende Krzyworzeka und bei Pjerzchuw die am Nordhange des Snjeznicabergs entspringende Stradomka, welche an der Mündung geringeres Gefälle als der Hauptfluß hat. Die Geschiebeführung dieser größtentheils dem Hügellande angehörigen Bäche ist nicht bedeutend; dagegen liefern sie reichliches Speisewasser, besonders die Stradomka aus ihrem 371 qkm großen Niederschlagsgebiete. In der Flachlandstrecke hat die Raba keine Seitengewässer, abgesehen von den unweit Bochnia mündenden Rinnsalen.

Der **Dunajec** (Gebietsfläche 6958 qkm, Lauflänge 243,0 km, Fallhöhe 1328 m, mittleres Gefälle 5,47 ‰ = 1 : 183) entsteht aus zwei Geschwisterflüssen von annähernd gleicher Bedeutung, welche beide aus den Zentralkarpathen kommen, den Hauptkamm der Beskiden durchbrechen und sich im Sandecer Kesselthale mit einander vereinigen. Bis zum Vereinigungspunkte ist das Niederschlagsgebiet des Dunajec 2228 qkm groß, dasjenige des Poprad 2080 qkm. Da auch das Gebiet der im Flachlande unweit Tarnuw mündenden Biala (989 qkm) selbstständige Bedeutung hat, so bleibt für den Beskidenlauf des Dunajec unterhalb der Popradmündung eine nur 1661 qkm große Niederschlagsfläche übrig. Wie auf S. 39 erwähnt, kann man beim Dunajec zwei Hauptstrecken unterscheiden, von denen die erste den Zentralkarpathen angehört, die zweite den Beskiden und ihrem Vorlande. Erstere endigt beim Austritt des Flusses aus dem Neumarkter Kesselthale (Czorsztyn); letztere beginnt an der Kreuzungsstelle des Flusses mit der Beskiden-Kammlinie (Klodne). In der zwischen Czorsztyn und Klodne liegenden Verbindungsstrecke durchbricht der Dunajec zweimal die pjeninische Klippenzone und zuletzt noch den Beskiden-Hauptkamm.

Im zentralkarpathischen Quellgebiete zeigt das Gewässernetz des Dunajec selbst eine ähnliche Gestalt wie das der Oberen Weichsel. Der Hauptquellfluß ist von den Quellen ab nordwärts gerichtet, biegt am Rande der Beskiden rechtwinklig gegen Osten um und sammelt nun rechts allmählich die, mit seiner An-

fangsstrecke parallel gegen Norden, von der Hohen Tatra und der Zipser Magura kommenden Gewässer auf, wogegen von links nur kleinere Nebenbäche hinzufließen. Bis Neumarkt, wo der Weiße Dunajec mündet, führt der Hauptquellfluß den Namen Schwarzer Dunajec. Seine Hauptquelle liegt am Fuße des + 2065 m hohen Volovecgipfels der Liptauer Alpen auf etwa + 1500 m; nahezu dieselbe Quellhöhe hat auch der gleichnamige, weiter östlich das malerische Koszjeliskothal durchfließende Quellbach. Schon bei Chocholuw tritt das Gebirge links, bald auch rechts zurück, und der Dunajec rinnt nun durch weit ausgedehnte Torfmoore, die ihm seinen Beinamen verliehen haben. Bei Ludzimjerz nimmt er rechts den Rogoznikbach auf, dessen weitverzweigtes Wasserlaufnetz den westlichen Theil der Podhala entwässert, links die vom Njedzwjedzberge kommende, einen inneren Bogen um das Quellgebiet der Raba beschreibende Lepjednica.

Bei Neumarkt findet die Vereinigung mit dem Weißen Dunajec statt, dessen Quellbäche aus den östlichen Liptauer Alpen stammen: die Cichawoda von ihrem Fuße bei Koszjelisko, die im Badeorte Zakopane in diesen Bach mündende, besonders wilde Bystra von dem hier + 1900/2000 m hohen Hauptkamme, die Suchawoda vom Lilijowepaß; ihr Thal bildet die Grenze zwischen den Liptauer Alpen und der eigentlichen Hohen Tatra. Dem östlichen Theile der Podhala gewährt, abgesehen von den Nebenbächen des Weißen Dunajec, die oberhalb Lopuszna mündende Lesnica Vorfluth. Weit bedeutender ist die oberhalb Friedmann in den Dunajec fließende Bialka, deren Quellsee am Fuße der Meeraugspitze (+ 2508 m) in + 1587 m Meereshöhe liegt, noch höher der Podkolsee (+ 1889 m) ihres linksseitigen Nebenbaches Roztoka und der Gefrorene See (+ 1966 m) am Fuße des Polnischen Kammes, bei welchem das Felsenthal des von rechts mündenden Poduplaskibaches beginnt. Aus der östlichen Hohen Tatra erhält die Bialka den erst nach längerem Laufe in den Vorbergen sie erreichenden Javorinkabach, in welchen auch die Beler Kalkalpen einige Gerinne senden. Alle den Neumarkter Thalkessel durchfließenden Gewässer führen bedeutende Schottermassen und richten zuweilen solche Verheerungen an, daß ihr Ausbau nothwendig erscheint. Zunächst soll die Verbauung des Wildbaches Bystra bei Zakopane vorgenommen werden. Einige Angaben über die Wildbachverbauungen im Dunajecgebiet enthält das 8. Kap. der 2. Abth. dss. Bds.

Zwischen den malerisch gelegenen Burgruinen von Czorsztyn und Nedecz durchbricht der Dunajec die Klippenzone von Nord nach Süd und erhält am Ende dieses ersten Durchbruchthales von rechts die nordwärts gerichtete Kacvinska, welche den westlichen Theil der Zipser Magura entwässert und im Unterlaufe den Eindruck eines Hügellandbaches macht, ebenso die aus dem mittleren Theile stammende Rjeka bei Altendorf und den Lipnikbach, welcher am Rande der Klippenzone entlang die gleichfalls nordwärts fließenden Bäche der östlichen Magura aufsammelt, um sie am Rothen Kloster in den Dunajec zu leiten, bevor derselbe die Klippenzone von Süd nach Nord in dem zweiten hochromantischen Durchbruchthale an den Pjeninyfelsen durchschneidet.

Die nördliche Grenze der Kalkklippen gegen das Sandsteingebirge der Beskiden wird durch die Thäler des beim Badeorte Szczawnica von rechts mündenden Ruskabaches und des bei Kroscjenko mündenden Krosnicabaches

bezeichnet. Beide führen vom Südhange des Hauptkammes und aus der Klippenzone ziemlich viel Trümmer in den Dunajec. Darin werden sie aber weit übertroffen von der Ochotnica, welche die Thalsenke zwischen dem Hauptkamm und der nördlich vorgelagerten Kette des Gorczbergs (+ 1229 m) durchfließt. Ihr steht der vom Nordhange dieser Kette stammende, den Gorczberg selbst in weitem Bogen umziehende Kamjenickibach (Lackoer Kamjenica) nur wenig nach. Diese oberhalb Lacko von links in den Dunajec mündenden Bäche führen ihm große Mengen theilweise sehr grober Geschiebe zu. Auch die zahlreichen, in dem bei A.-Sandec bereits zu großer Breite angewachsenen Kesselthale mündenden Gebirgsbäche sind eifrige Zubringer großer Schottermassen, die man durch Verbauung der Bachläufe und Aufforstung allmählich zurückzuhalten beabsichtigt. Noch oberhalb A.-Sandec kommen von links der Jastrzembskibach und die Slomka, gegenüber jenem Städtchen einige besonders gefährliche kleine Wildbäche, zuletzt die Brzeznianka, kurz vor der Mündung des Poprad, den wir weiter unten näher betrachten.

Die Gebietsfläche des Dunajec unterhalb der Popradmündung beträgt, nach Abzug des 989 qkm großen Bialagebietes, nur 1661 qkm, wovon auf die Kamjenica 237, auf die Losofina 412 qkm kommen, der Rest auf die kleineren Bäche. Die bei N.-Sandec rechts mündende, geschiebereiche Kamjenica (zum Unterschiede von dem ebenso oder Kamjenickibach genannten, bei Lacko mündenden Wasserlaufe auch mit dem Namen Nawojowaer Kamjenica belegt) entspringt am Krzyzeberge (+ 743 m) des ostbeskidischen Hauptkammes und nimmt in ihrem nordwestlich gerichteten, 32 km langen Laufe zur Linken alle Bäche auf, welche von da bis in Nähe des Poprad am Hauptkamme ihren Ursprung finden, zur Rechten die ansehnliche Krolowa, in deren Thal die von N.-Sandec kommende Transversalbahn nach der Wasserscheide des Bialagebiets aufsteigt. Mit ihr und der unteren Kamjenica parallel fließt die unterhalb N.-Sandec in den Dunajec mündende Lubinka, welche ihre Speisung hauptsächlich von den nordwärts vorgelagerten Bergen erhält. Von links ergießt sich etwas weiter unterhalb der Smolnikbach, durch dessen Thal die Transversalbahn von Westen her nach N.-Sandec kommt, nachdem sie aus dem Rabagebiete in das obere Losofinathal hinab und über Limanowa am Mordarkabache aufwärts gestiegen ist.

Die 55 km lange Losofina, ein wasser- und noch weit mehr geschiebereicher Bach von Bedeutung, entspringt am Nordhange des Jasjenbergs (+ 1062 m) und fließt nordwärts bis oberhalb Tymbark, wo ihr Thal gegen Osten umbiegt und diese Richtung mit mancherlei Windungen fast in ganzer Länge beibehält. Ihre wichtigsten Zuflüsse erhält sie von dem Höhenzuge, der vom Jasjenberge über die + 1171 m hohe Mogilicakuppe ostwärts zieht: den Slopnickibach bei Tymbark und den Starawjesbach, der sich bei Limanowa mit dem Mordarkabache vereinigt. Jener Höhenzug steht durch eine Querkette im Zusammenhang mit der Gorczberggruppe und zeigt ähnliche Beschaffenheit wie diese. Die von ihm stammenden Nebenbäche der Mszana (Rabagebiet) und des Kamjenickibachs sind als Schotterzubringer berüchtigt. Auch die Losofina erhält von dort sehr viele Geschiebe und führt dieselben weiter bis in die Hügellandstrecke des Dunajec, obgleich ein großer Theil auf den Schotterfeldern ihrer

Mündungsstrecke zurückbleibt, namentlich in dem kleinen fruchtbaren Kesselthale von Jakubkowice. Bei diesem Orte ist sie nur 2,6 km vom Dunajec entfernt, biegt aber nordwärts um und mündet erst, nachdem sie noch einen 8 km langen Weg zurückgelegt und links den Iwkowaer Bialabach aufgenommen hat, während der gerade hier in mächtigen Schlangenwindungen fließende Dunajec einen fast dreimal längeren Weg durchläuft.

Die erwähnte, vielgekrümmte Strecke des Hauptflusses von Zbyszyce ab gehört bereits dem Hügellande an, in welchem bei Czchuw der Dunajec das breite Zakliczyner Kesselthal erreicht. Unterhalb desselben treten sehr bald bei Wilkawjes die Anhöhen zur Linken und jenseits Zglobice auch zur Rechten vom Flußthale zurück. Von links münden nur kurze unbedeutende Bäche, von rechts unweit Zakliczyn die nördlich fließende Palesnica und der westlich gerichtete Brzozowskibach. Im Flachlande erhält der Dunajec nur rechts die Biala, welche als selbstständiger Gebirgsfluß zu betrachten ist. Gleich nach ihrer Einmündung wird die rechtsseitige Dunajecniederung durch die Zabnica nach dem Bren, die linksseitige von Radluw ab durch die Kisjelina in die Weichsel entwässert.

Die **Biala** hat von der Quelle (+ 700 m) bei Bjeliczna am Fuße der + 999 m hohen Lackovakuppe bis zur Mündung beim Dorfe Biala (+ 191 m) einen 115,0 km langen Lauf mit 509 m Fallhöhe, also 4,43 ‰ (1 : 226) mittleres Gefälle. Da die Luftlinie 68 km mißt, so beträgt die Flußentwicklung 69,1 % in Folge der schlanken Windungen, welche im Mittellaufe das Thal der Biala beschreibt, und wegen der zahlreichen Krümmungen des Flußbettes, namentlich im Unterlaufe. Nirgends weicht aber die Flußbettachse um mehr als 8 km von der annähernd nördlich gerichteten Luftlinie ab. Das 989 qkm große Niederschlagsgebiet ist durchschnittlich bloß 14 bis 15, höchstens 22 km breit. Die Biala besitzt daher zwar sehr viele, jedoch nur kleine Nebenbäche, die wegen ihres kurzen Laufes und der großen Fallhöhe starkes Gefälle haben. Beispielsweise konnte die Transversalbahn beim Uebergange aus dem Dunajecgebiet nach der Bezirkshauptstadt Grybuw und von da in das Wislokagebiet den Nebenthälern der Biala nicht folgen, sondern mußte in Kehren entwickelt werden. Das Grundgestein des oberen Bialagebiets besteht aus leicht verwitterbaren Thon- und Sandsteinschiefern, auf denen große Massen von Gebirgsschutt auflagern. Durch ausgedehnte Rodungen ist der Waldbestand auf 20 % der Gebietsfläche vermindert; 30 % sind Viehweiden, mit spärlicher Grasnarbe bewachsen. Da der Boden keinen Halt gegen die Angriffe des Regenwassers besitzt, so treten bei starken Niederschlägen bedeutende Abschwemmungen ein; dickflüssige Massen von Schotter, Schlamm und Saatgut rinnen durch die Seitengewässer nach der Biala. Bis Grybuw ist die Thalsohle schmal und wird oft vollständig vom 300 m breiten Schotterbett eingenommen, in das die flachen Schuttkegel der Seitengewässer zu beiden Seiten übergehen. Im Mittellaufe wechseln Thalerweiterungen (im Tuchower Thalkessel bis zu 1,5 km Breite) mit Thalengen regelmäßig ab. Am kurzen Unterlaufe öffnet sich bei Swjembodzin das Thal rasch gegen das Flachland, in welches die Biala nahe bei der Bezirkshauptstadt Tarnuw übergeht. Dem Dunajec führt die Biala nur noch Sand und Schlick in geringer Menge zu, gehört jedoch im Mittel- und Oberlaufe zu den geschiebereichsten Gebirgsflüssen.

Die von Grybuw bis nahe bei Tarnuw dem Flußlaufe folgende Eisenbahn hat mehrfach zur Festlegung des Bettes Anlaß gegeben. Indessen beschädigten die äußerst schnell und hoch anwachsenden Fluthen das fruchtbare Thal öfters so erheblich durch Ueberschwemmungen und Verschotterungen, daß man sich zum Ausbaue und zur Eindeichung in den unteren Strecken entschlossen hat. Nach dem Gesetze vom 1. September 1892 soll die Biala von Grybuw bis zur Mündung vom Landes-Meliorations-Bureau, oberhalb Grybuw von der forsttechnischen Abtheilung für Wildbachverbauungen in Przemysl auf 29 km Länge ausgebaut werden. Letztere bewirkt außerdem die Verbauung von zwölf Wildbächen im oberen Bialagebiete. Einstweilen sind die gefährlichsten Wildbäche, besonders der Czyrna-, Florynka- und Berester Bach, in ähnlicher Weise wie diejenigen der Kleinen Weichsel verbaut worden, an welche Verbauungen sich dann die Herstellung eines gebundenen Bettes in dem völlig verschotterten Oberlaufe und die Bepflanzung der 0,9 qkm großen Schotterflächen mit besseren, zur Korbflechterei geeigneten Weidenarten schließen soll. Die in Thon- und Sandsteinschiefer gelegenen Arbeitsfelder der bisher ausgeführten Wildbachverbauungen umfassen 49 qkm, wovon 8,7 qkm Aufforstungen erhalten haben. Bis 1896 sind 50 Sperren, 1254 hölzerne Querbauten, 9980 m Leitwerke, 828 m Steinschalen, 23 177 m Flechtzäune, auf 17,9 km Länge Bachverlegungen und mehrere Entwässerungsanlagen hergestellt worden. Eine nach dem Hochwasser vom 29. Juli 1897 vorgenommene Besichtigung ergab, daß die Verbauung im Ganzen ihren Zweck erfüllt hatte, obgleich die seitlichen Flechtzäune theilweise stark beschädigt waren.

Weit wichtiger noch als die Biala ist der im Sandecer Kesselthale sich mit dem Dunajec vereinigende Geschwisterfluß, der von den Deutschen in der Zips Popper genannt wird, weiterhin aber Poprad heißt.

Der **Poprad** theilt mit dem Dunajec die Eigenthümlichkeit, daß er aus den Zentralkarpathen stammt und den Beskiden-Hauptkamm durchbrechen muß, ebenso vorher die Klippenzone, um sein Wasser nach der Weichsel zu senden. Noch eigenartiger verhält er sich aber insofern, als sein Ursprung auf der Südseite der Zentralkarpathen liegt, so daß dem Donaugebiete der Zufluß aus dem höchsten Theile der Tatra entzogen und die europäische Hauptwasserscheide vom Hochgebirge weg durch eine flache Thalsenke nach dem südlich vorgelagerten Mittelgebirge gedrängt wird. Sein höchster Quellsee, der Hinzensee (+ 1961 m) wird durch eine hohe, schroff aufsteigende Felsenwand von dem wenig über 1 km entfernten Meerauge getrennt, aus dem die Bialka nordwärts zum Dunajec rinnt, wogegen der Popper in entgegengesetzter Richtung südwärts eilt und sich unterhalb Lucsivna mit der weiter westlich entspringenden, aus dem Csorbasee gespeisten Mlinica (zuletzt auch Kleiner Popper genannt) vereinigt.

Von hier bis Bauschendorf fließt der Popper in einem zunächst östlich, dann nordöstlich gerichteten Bogen über die Städte Poprad und Kesmark am Rande der Niederen Tatra und des Leutschauer Gebirges entlang, wobei sein Lauf die Grenzlinie einer Kegelfläche bildet, die flach gegen das am inneren Zirkel plötzlich steil aufragende Hochgebirge ansteigt. Zwischen dessen wild zerklüfteten Felswänden öffnen sich herrliche, Hunderte von Metern tief eingerissene Thalschluchten, die ehemals mit Gletschern erfüllt waren. Am unteren Ende eines jeden Thales

liegen die aus großen Felsblöcken bestehenden Endmoränen, in welche die wasserreichen, aus der Thalschlucht mit starkem Gefälle herab tosenden Bäche ihr Bett mit zahlreichen Stromschnellen eingenagt haben. Jenseits des zusammenhängenden Streifens der Endmoränen fließen diese Bäche mit weit schwächerem, aber immer noch beträchtlichem Gefälle strahlenförmig, von flachen Höhenrücken getrennt, nach dem Popper, der ihre gemeinschaftliche Sammelrinne bildet. Am größten sind: das Mengsdorfer Thal, aus welchem der Popper stammt, das Große Kohlbacher Thal, von wo der an Wasserreichthum dem Popperquellbache wenig nachstehende Große Kohlbach kommt, und das vom Zirkusthale des Kleinen Kohlbachs durch den mächtigen Felsenwall der schön geformten Lomnitzer Spitze (+ 2634 m) getrennte Grünsee-Thal, aus dem das bei Kesmark mündende Weißwasser abfließt. Am letztgenannten Thale beginnen die Beler Kalkalpen, deren Grenze gegen die Zipser Magura das Thal des Belabaches bildet. An seiner Mündung bei Bauschendorf tritt der Popper aus dem breiten Längenthale von Poprad in das engere Durchbruchthal zwischen der Magura und dem Leutschauer Gebirge.

Aus dem Leutschauer Gebirge erhält der Popper, noch bevor er das Durchbruchthal erreicht hat, einige fächerförmig aus dem Süd-Ost-Quadranten unweit Kesmark zusammenfließende Bäche von dem + 750/1200 m hohen Gebirgskamme, der die Wasserscheide gegen das Theißgebiet bildet. Am bedeutendsten ist der beim Städtchen Kesmark mündende Leibitzbach, dessen Quellbäche an der Derezovakuppe (+ 1229 m) entspringen. Bei Kniesen erreicht der Poprad die Klippenzone und fließt in einem breiteren Thale, gegen Ostsüdost umgebogen, an derselben entlang über A.-Lublau und Palocsa nach Leluchuw, wo sich sein über Nordost gegen Nordnordwest wendendes Thal zu einer Schlucht umwandelt, welche kaum für die Eisenbahn und die Straße Kaschau—N.-Sandec neben dem Flusse Platz läßt. Auf der ostsüdöstlich gerichteten Strecke fließen ihm vom Leutschauer Gebirge bei A.-Lublau rechts der Jakubjanskabach und einige kleinere Bäche mit Richtung gegen Norden zu. Von der Magura erhält er links nur unbedeutende Zuflüsse. Etwas bedeutender sind die beiden am Südhange der Beskiden entspringenden Wasserläufe, welche mit südsüdöstlicher Richtung zwischen Kamionka und Jarembina eine Lücke der Klippenzone durchfließen: der Kniesener Bach und Laubnikbach, die bei und unterhalb Kniesen links einmünden.

Bei Muszyna am Ende der nordnordwestlich gerichteten Durchbruchschlucht nimmt der Poprad rechts die Muszynka auf, deren Nebenbäche am Hauptkamme der Ostbeskiden zwischen der Jaworzyna (+ 1116 m) und dem Dilecberge (+ 794 m) entspringen, bei welchem die Hauptwasserscheide den eigentlichen Kamm der Beskiden wieder erreicht. Der Poprad wendet sich nun mit meist sehr enger Thalschlucht westlich und bald nordwestlich über Piwniczna, das in einer Einsattelung des Hauptkammes liegt, nach Barczyce. Die oberhalb Piwniczna rechts mündenden Bäche stammen vom Südhange des Hauptkammes, die links mündenden von der Klippenzone und dem nordwärts vorgelagerten Sandsteingebirge, sind aber sämmtlich ohne Bedeutung, ebenso wie die unterhalb jenes Ortes hinzutretenden Wasserläufe. Die bei Leluchuw bereits 1475 qkm betragende Gebietsfläche vermehrt sich auf der 25 km langen Strecke, welche die Grenze zwischen Ungarn und Galizien bildet, und auf der 34 km langen galizischen

Strecke bloß um 605 qkm, wovon der Hauptantheil auf das Muszynkagebiet entfällt, auf jedes einzelne der übrigen Bachgebiete nur geringe Flächen. Bis Barczyce ist der zahlreiche Schlangenwindungen bildende Flußlauf fast überall zwischen hohen, abgerundeten Bergkuppen eingeschlossen, ohne eine breitere Thalsohle neben sich zu lassen; für die von Orlo ab ihm folgende Eisenbahn hat man vielfach durch Futtermauern Platz gewinnen müssen. Von Barczyce ab verfolgt der Poprad nördliche Richtung bis zur Vereinigung mit dem Dunajec und hält sich dabei am Ostrande des stetig breiter werdenden Thales, das bei A.-Sandec in den Sandecer Thalkessel übergeht.

In der obersten Strecke ist der Popper ein wilder Gebirgsbach mit Wasserfällen und Stromschnellen wie die übrigen Tatrabäche. Aber schon im Poprader Längenthale nimmt er mäßigeres, wenn auch noch immer starkes Gefälle an und hält sich in einem fast überall einheitlichen, gebundenen Bett, aus dem er nur bei großen Hochfluthen auf das Thalgelände übertritt, ohne große Ueberschwemmungsschäden anzurichten. Offenbar kommt hierbei zur Geltung, daß die Gebirgsbäche der Hohen Tatra auf der Südseite exzentrisch fließen, also nach und nach in den am äußeren Rande des großen Schuttkegels gelegenen Hauptfluß einmünden, wogegen diejenigen der Nordseite konzentrisch in die Bialka eilen und ihre Wassermassen stürmisch vereinigen. Auch ist der Südhang des Gebirges in weit geringerem Maße den plötzlich auftretenden starken Niederschlägen ausgesetzt als der Nordhang, der nach dem Dunajec entwässert. Die auffallend geringe jährliche Niederschlagshöhe von Kesmark (580 mm) wird dadurch erklärt, daß dieses Städtchen (+ 631 m) im Regenschatten der Tatra liegt. Sogar die auf + 1004 m gelegene Regenstation N.-Schmecks im Westen des Großen Kohlbachthals zeigt nur 816 mm jährliche Niederschlagshöhe, die erheblich tiefer gelegene Station Poronin (+ 742 m) an der Nordseite des Gebirges dagegen 922 mm. In den gut bewaldeten Trümmermassen des Südhanges werden die Niederschläge großentheils zurückgehalten und den Bächen allmählich durch dauerhaft fließende Quellen zugeführt, so daß der Poprad auch nach langer Trockenheit reichliche Speisung erhält. Die groben Geschiebe bleiben meist in den Bächen zurück, und der Fluß selbst führt bis zu seiner Mündung verhältnißmäßig wenig Schotter, ist also an der Verwilderung des Dunajec im Sandecer Kesselthale nur in bescheidenem Maße betheiligt, zumal seine Schottermassen sich hauptsächlich in der letzten gefällarmen Strecke unterhalb Barczyce abgelagert und dort große Schotterfelder gebildet haben.

Die **Wisloka** (Gebietsfläche 4090 qkm, Lauflänge 166,4 km, Fallhöhe 421 m, mittleres Gefälle 2,53 ‰ = 1 : 395) entsteht bei Jaslo aus drei gleichwerthigen Quellflüssen: der Ropa (978 qkm), der Dembowka (589 qkm) und der Jasiolka (514 qkm). Alle drei entspringen an dem hier niedrigen Hauptkamme der Ostbeskiden und fließen gegen Norden, bis die Ropa ostwärts, die Jasiolka westwärts umbiegen, um sich mit der Dembowka zu vereinigen. Dieser kürzeste, in der Nordrichtung des Mittel- und Unterlaufes gelegene Fluß gilt als Hauptquellfluß und wird auch öfters bis zu seiner Quelle hinauf Wisloka genannt, wie dies im Folgenden gleichfalls geschehen soll. An der Vereinigungsstelle beträgt die Gebietsfläche der Wisloka bereits 2081 qkm, mehr als die Hälfte des ganzen

Inhalts. Von der anderen Hälfte kommt etwa ein Viertel (481 qkm) auf die erst unterhalb Dembica im Flachlande mündende Wjelopolka. Alle übrigen Nebenbäche zusammen haben 1528 qkm Gebietsfläche; keiner von ihnen hat größere Bedeutung.

Die Quelle der Dembowka, welche als Oberlauf der Wisloka betrachtet wird, liegt am Beskid (+ 619 m) bei Radocyna auf + 575 m. Bei Rozstajne nimmt sie den nordwärts gerichteten Ryjakbach (r.) auf und in der gegen Osten umgebogenen Strecke bis zum Toczkowaberge (+ 535 m) noch einige schotterführende Bäche, zuletzt den Polanyer Bach (r.), in dessen Quellgebiet die mittlere Gipfelhöhe des Hauptkammes etwa + 700 m beträgt. In der schmalen, nordwärts gerichteten Thalschlucht bis zum Beginne des Hügellandes bei Zmigrud kommen nur kleine Rinnsale hinzu, sodann rechts die schlickführende Iwla aus einem breiten Wiesengrunde und im Osjeker Kesselthale die am Watkowaberge (+ 847 m) entspringende Klopotnica, welche viel feinen Schotter mit sich bringt.

Die Ropaquelle am Palikowkaberge (+ 748 m) liegt auf + 690 m. In seinem nordwärts gerichteten Oberlaufe hat dieser zweite Quellfluß ein schmales Thal und gut gebundenes Bett. Von Uscje-ruskje ab, wo rechts die Zdynia mündet, wird das Thal etwas breiter und das Bett flacher, an den Mündungen der Nebenbäche mit Schotterfeldern gefüllt. Namentlich bringt bei Gorlice die Senkowa (r.) viel Geschiebe mit, von denen ein Theil oberhalb des Wehrs bei Glinik-maryampolski liegen bleibt, der größere Theil aber weiter geführt wird bis unterhalb Bjecz. Vom Dorfe Ropa bis jenseits Bjecz ist das nordostwärts gerichtete Thal stellenweise bereits breit, besonders im Zagorzanyer Kesselthale, wo von der Transversalbahn eine Zweiglinie nach den Naphthawerken der Bezirkshauptstadt Gorlice abzweigt. Die Transversalbahn geht vom Bialagebiete in das untere Thal der Moszczanka und dann in das Ropathal über. Wo sich die Libuszanka rechts dem Flusse nähert, liegt der Bahnkörper dicht an seinem linken Ufer und hat zur Sicherung gegen seine Angriffe mehrfach Deckwerke erhalten. Unterhalb Bjecz ergießen sich links die Sjetnica und bald danach der Swjencanyer Bach, an dessen Mündung das breite östlich gerichtete Thal beginnt, das bei der Bezirkshauptstadt Jaslo mit dem Wislokathale sich vereinigt. Die bei dem gleichnamigen Dorfe rechts mündende Osobnica nimmt ihren Ursprung auf denselben Bergen, von denen die Klopotnica nach der oberen Wisloka fließt, und führt feinen Schotter wie diese, was aus den großen Ablagerungen an den Mühlenwehren und den Ufervorsprüngen der Krümmungen hervorgeht. Dies trifft auch für die anderen Hügellandbäche zu. Ebenso ist das Flußbett zwischen Bjecz und Jaslo arg verschottert, und von den Schotterfeldern der Ropa gelangen bei Hochwasser erhebliche Massen von kleinen Geschieben stoßweise in die mittlere Wisloka.

Auf der ganzen Lauflänge der Ropa wechseln hohe, aus Sandstein mit Thonschieferschichten bestehende Steilufer und niedrige, aus fruchtbarem Alluvium gebildete Flachufer mit einander ab. Das Bett ist nur ausnahmsweise in Felsen, meistens aber in Gerölle oder Kies eingeschnitten. Das Geschiebe zeigt feines Korn, da der Sandstein weich ist und rasch verwittert, der Thonschiefer bald zu Schlick zerrieben wird. Die Hochwasserführung ist so groß, daß man der bei

Trzcinica über die Ropa führenden Eisenbahnbrücke vier Öffnungen mit zusammen 120 m Lichtweite geben mußte. Bis zu der auf + 215 m liegenden Mündung hat der Fluß 80 km Lauflänge, 475 m Fallhöhe, also 5,94‰ (1 : 168) mittleres Gefälle, während der Oberlauf der Wisloka bis dahin 58 km Lauflänge, 360 m Fallhöhe und 6,21‰ (1 : 161) mittleres Gefälle besitzt.

Die unterhalb Jaslo auf + 210 m mündende Jasiolka, welche mit dem oberen Wislok parallel gegen Nordwest und schließlich gegen Westen läuft, entspringt am Hauptkamme der Ostbeskiden bei Jasjel auf + 640 m, hat also von den drei Quellflüssen bei 85 km Lauflänge das schwächste Gefälle, nämlich 5,06‰ (1 : 198). Ihr Gebiet ist nur schmal, da sie von rechts wegen der Nähe des Wislokgebietes nur kleine Zuflüsse empfängt. Links münden: bei Jasliska die Bjelcza, unweit Tylawa die Panna, welche den vom Duklapasse kommenden kleinen Bach aufnimmt, sodann im Hügellande bei Jedlicze die etwas größere Chlebianka. An diesem Orte verläßt die Transversalbahn das Jasiolkathal, um über einen flachen Höhenrücken nach Krosno am Wislok zu gehen. Bei dieser Bezirkshauptstadt liegt der Wislok nur 5,5 km von der Jasiolka entfernt, aber 15 m tiefer; das ihn links begleitende Höhenland bildet bis zum Jasiolkathale eine ebene Fläche. Unterhalb Jedlicze öffnet sich ein westlich gerichtetes breites Wiesenthal, durch welches die Verbindungsbahn von Jaslo nach Rzeszuw führt. Im Gebirgslande bis Dukla ist das Thal der Jasiolka meist eng, von da ab im Hügellande dagegen ziemlich breit und flach, so daß ihr unsteter, zersplitterter und verschotterter Lauf oft schädliche Ueberschwemmungen verursacht. In der letzten Strecke fließt sie mit sehr schwachem Gefälle in zahlreichen Windungen durch die versumpfte Wiesenniederung, deren Trockenlegung mittels Senkung der Wisloka und Begradigung der Jasiolka in Aussicht genommen ist. An den Mittellauf der Wisloka liefert sie nur Schlick und etwas Sand, aber keinen Schotter ab.

Im Mittellauf hat die Wisloka bis zur Mündung der Kamjenica ein breites Thal, in welchem zahlreiche kleine Bäche münden, die wenig und nur feine Geschiebe zuführen, am meisten noch die Bjedzdziadka bei Kolaczyce. Gleich unterhalb der Kamjenicamündung öffnet sich das Thal wieder weit gegen das bei Pilzno beginnende Flachland. Die bei den gleichnamigen Orten links hinzutretenden Wasserläufe, der Demborzyner Bach und der Pilznoer Bach, gehören noch dem Hügellande, der Chotowskibach (l.) und der gegenüber Dembica mündende Grabinybach (l.) bereits dem Flachlande an. Weiter unterhalb ergießen sich zur Linken nur noch kleine Gewässer, abgesehen von dem die linksseitige Wisloka-Weichsel-Niederung entwässernden Alten Bren (vergl. S. 48). Zur Rechten ergießen sich oberhalb Dembica bei Latoszyn die aus dem Hügellande stammende Ostra, bei Brzeznica die Wjelopolka, bei Dambje der Ocjeckibach und bei Rzemjen die Ruda, letztere beiden Bäche aus dem sandigen Flachlande. Die bei Mjelec beginnende rechtsseitige Wisloka-Weichsel-Niederung wird nach der Weichsel entwässert (vergl. S. 48). — Von Bedeutung ist nur die Wjelopolka, deren Quellen in dem + 350/400 m hohen Hügellande bei Wjelopole liegen. Bis zum Eintritt in das Flachland unterhalb Ropczyce hält sie nördliche Richtung ein, ebenso wie die benachbarten Hügellandbäche, welche

ihr theilweise durch die gleichfalls im Hügellande entspringende Bystrzyca (r.) zugeführt werden, theilweise links in ihre untere, bis Brzeznica westlich gerichtete Strecke münden. Sie durchfließt hier eine am Rande des Hügellandes entlang ziehende flache Senke, die sich weiter ostwärts nach dem unteren Wislokthale fortsetzt, zwischen sandigen und theilweise sumpfigen Ufern, hat aber zuletzt wieder, wo sie kurz vor der Mündung mit der Wisloka parallel läuft, ein ziemlich tief eingeschnittenes Bett. Bei starken Regengüssen führt sie bedeutende Wassermassen rasch ab und verursacht zuweilen in jener Senke schädliche Ueberschwemmungen. In die Wisloka bringt sie viele Sinkstoffe, aber keine Geschiebe.

Der **Wislok** (Gebietsfläche 3544 qkm, Lauflänge 220,0 km, Fallhöhe 631 m, mittleres Gefälle 2,87 ‰ = 1 : 349) ist als selbstständiger Gebirgsfluß zu betrachten, der sich aber nicht in die Weichsel ergießt, sondern durch die bei der Wjelopolka erwähnte, weiter östlich bedeutend breitere und tiefere Bodensenke am Rande des Hügellandes in den San abgelenkt wird. Beachtung verdient, daß die Flachlandstrecke des Wislok parallel gerichtet ist mit der Hügellandstrecke Dynuw—Przemysl des San. Beide Strecken biegen am Ende in gleicher Weise nordwärts um, und der San vereinigt sich dabei mit der Wisznia, als sei er ein Nebenfluß dieses Wasserlaufs, welcher die Richtung des San-Unterlaufs vorzeichnet.

Die höchste Quelle des Wislok liegt oberhalb Wislok-wjelki am + 849 m hohen Pasikaberge auf + 800 m. Der Quellbach fließt in geringem Abstande mit der Jasiolka parallel, ebenso die Mittellaufstrecke unterhalb der Bezirkshauptstadt Krosno, an beiden Stellen gegen Nordwesten. Dazwischen beschreibt der Wislok aber einen bogenförmigen Lauf durch die Beskoer Ebene und gewährt somit Platz für die Entwicklung zweier linksseitigen Nebenbäche, der Morawa und Lubatowka, während weiter oberhalb die Pjelnica von rechts hinzu tritt. Im Mittellaufe erhält der Wislok bis zu dem ostwärts gerichteten Anfange des Durchbruchthals durch den Brzozuw—Dembicaer Höhenzug nur kleine Zuflüsse, sodann bei Strzyzuw, wo dieses Thal ein Knie bildet, von rechts die nordwestlich gerichtete Brzezanka und auf der nordöstlich gerichteten Strecke kurz vor dem Uebergange in das Flachland von rechts den Strug. Wo er in der genannten Bodensenke des Flachlandes nach Osten umbiegt, mündet links die Czarna, schließlich noch bei Gnjewczyna die aus dem Hügellande kommende Mleczka. Alle genannten Nebenbäche bringen keine gröberen Geschiebe, sondern meist nur feinen Sand und hauptsächlich Schlick in den Wislok, da sie die durch Schieben und Rollen fortbewegten Stoffe bereits oberhalb ihrer Mündungen ablagern. Wir betrachten die Seitengewässer nunmehr kurz in der Reihenfolge ihrer Einmündung.

Der erste große Nebenbach des Wislok, die Pjelnica (r.), entspringt im Gebirge am Nordhange des Zrubanbergs (+ 778 m), durcheilt das Hügelland mit nordöstlichem Laufe und gelangt bei Dlugje in die große Beskoer Ebene, ein nordwestlich gerichtetes, breites Kesselthal, das jenseits Krosno seine Fortsetzung nach der Jasiolka hin und im mittleren Wislokthale findet. Parallel mit ihm gerichtet und durch Thaleinschnitte verbunden sind die beiden schmäleren, gleichfalls lang ausgestreckten Kesselthäler von Rymanuw (südwestlich) und von Sanok

(im Sangebiete). Die Transversalbahn zieht von Krosno am Südwestrande des Beskoer Kesselthals entlang, überschreitet bei Besko den Wislok und bei Zarszyn die Pjelnica, verläßt sie aber gleich danach, um über eine niedrige Bodenschwelle in das Sanoczekthal und nach Sanok zu gelangen. Am Unterlaufe hatten die erheblichen Wassermassen der Pjelnica und ihrer Nebenbäche, welche in dem flachen Thalgrunde keine genügende Vorfluth fanden, die angrenzenden Wiesen weithin versumpft und zur Versumpfung des Wislokthales an der Bachmündung beigetragen. Diesem Uebelstande begegnet die 1888 errichtete Beskoer Wassergenossenschaft (mit einer 41 qkm großen Betheiligungsfläche) durch den planmäßigen Ausbau des Wislok und der Pjelnica.

Die an der alterthümlichen, zu engen Straßenbrücke bei Iskrzynia mündende, 28 km lange Morawa (r.) kommt gleichfalls von Süden aus dem Gebirge, überquert bei Rymanuw das dortige schmale Kesselthal und fließt im breiten Sanoker Kesselthale durch einen ausgedehnten, in die wenig höher liegende Ebene flach eingeschnittenen Wiesengrund, zuletzt durch welliges Gelände, das sie von der Parallelstrecke des Wislok trennt. — Die nördlich gerichtete Lubatowka entspringt am Gebirgsrande und bleibt in flachwelligem Hügellande bis unweit Krosno, wo sie mit einem fast 20 m tief in die Ebene eingeschnittenen Thale den Wislok erreicht.

Die Quelle der Brzezanka (auch Stobnica genannt) liegt, nur 5 km vom San und 9 km vom südöstlichen Ende des Beskoer Kesselthales entfernt, in dem hier + 350/500 m hohen Hügellande. Ihr 40 km langer, an Brzozuw vorbeigehender Lauf folgt genau der nordwestlichen Richtung des nach Dembica weiter führenden Hügelzugs. — Das flachwellige Hügelland im Nordosten ihres Unterlaufes wird von mehreren Wasserläufen durchzogen, deren größte sich vereinigen zu dem oberhalb Rzeszuw in den Wislok mündenden Strug (r.). — Die bei Nowawjes von links sich ergießende Czarna, ein gefällearmer Flachlandbach, zieht sich durch nasse Wiesen und sammelt zahlreiche, vom Rande des Hügellands im Süden und vom höheren Flachlande im Norden kommende Nebenbäche auf.

Der Wislok verläuft nun gegen Osten in jener breiten Thalsenke, in welcher er viele kleine Zuflüsse, rechts vom Hügellande, links vom höheren Flachlande empfängt. Zwischen den Bezirkshauptstädten Rzeszuw und Lancut münden die rechtsseitigen Bäche indessen nicht in den Wislok selbst, sondern in den Alten Wislok, der sich erst bei Czarna in den jetzigen Flußlauf ergießt, in der Luftlinie 13,8 km von seiner Abzweigungsstelle an der Eisenbahnbrücke bei Rzeszuw entfernt. Die oberste, 2 km lange Strecke dieses ehemaligen Flußbettes ist derart verlandet, daß sie in gleicher Höhe mit dem Seitengelände liegt und selbst bei den größten Hochfluthen nicht mehr durchflossen werden kann. — Der einzige bedeutende Nebenbach, den der untere Wislok aus dem Hügellande aufnimmt, ist die bei Gnjewczyna mündende Mleczka, deren Quellen in einem + 350/400 m hohen, durch tiefe Schluchten zerrissenen Gelände auf etwa + 320 m liegen. Bis zur Mündung (+ 175 m) hat der 42 km lange Bach 3,46 ‰ (1 : 290) mittleres Gefälle, das jedoch schon von Kanczuga ab bedeutend unter dem Durchschnittswerthe bleibt und in der letzten Strecke äußerst gering ist. Ihr von jenem Orte ab ziemlich breites Thal wird bei den stürmisch verlaufenden Hochfluthen des

559 qkm großen Niederschlagsgebietes nachtheiligen Ueberschwemmungen ausgesetzt, deren Schäden durch die dichte Besiedelung des Thalgrundes bei und unterhalb Przeworsk noch gesteigert werden.

Der San (Gebietsfläche 16870, mit Abrechnung des Wislokgebiets 13326 qkm, Lauflänge 450,0 km, Fallhöhe 761 m, mittleres Gefälle 1,69 ‰ = 1 : 591) ist in seinem oberen Laufe ein gefährlicherer Gebirgsfluß als der Wislok und die Wisloka. Er entspringt nahe beim Uzsoker Paß auf + 900 m und fließt bis zum Sanoker Kesselthale zwischen den ostbeskidischen satteldachförmigen, sämmtlich parallel unter einander gegen Nordwesten gerichteten Bergrücken, indem er mehrfach vom einen zum anderen Längenthale in kurzen Querthälern übergeht und zuweilen wieder zurückspringt. Sein in zahlreichen scharfen, oft rechtwinklig umbiegenden Krümmungen entwickelter Oberlauf erhält von rechts eine Reihe von Nebenbächen, welche dasselbe Gepräge noch in stärkerem Maße zeigen, da nach Nordosten hin die Parallelrücken fast genau geradlinig verlaufen und sehr schmal sind.

Die oberhalb Zurawin mündende Ryka (r.) läuft in einem solchen geradlinig ausgestreckten Längenthal, durch welches jenseits der Hauptwasserscheide die Jablonka fließt, ein Nebenbach des zum Dnjestrgebiete gehörigen Stryjflusses. Die bei Chrewt mündende Czarna (r.) besitzt in Folge des Uebergangs vom einen zum anderen Längenthal einen knieförmigen Lauf; aus dem östlichen Theile des von ihrer unteren Strecke durchflossenen Längenthals empfängt sie den Gluchybach (l.). Noch deutlicher zeigt sich diese Eigenart an der bei Zwjerzyn mündenden Olszanica (r.), durch deren Längenthal die Transversalbahn in das Dnjestrgebiet führt. Bei ihrer Kniebiegung erhält sie die Wankowka (r.), deren treppenförmiger Lauf drei schmale Bergrücken durchschneidet, etwas weiter oberhalb die Serednica (r.), die gleichfalls ein Knie bildet. Ihr in das Dnjestrgebiet weiterführendes Längenthal begrenzt mit dem Querthale ihres Unterlaufs, dem Längenthale der Olszanica und dem Querthale, durch welches die Transversalbahn im Dnjestrgebiete am Strwiazbache entlang geleitet ist, eine rechteckig gestaltete Berginsel mit + 700 m mittlerer Kammhöhe (Kamena-laworta + 769 m), während die tiefen Thaleinschnitte ringsum an der höchsten Stelle auf + 523, an der tiefsten auf + 388 m liegen. Die Quellbäche und die kleinen Seitengewässer fließen in Runsen, welche der Richtung des stärksten Gefälles folgen, an den Dachflächen der Bergrücken hinab und ergießen sich unter rechtem Winkel in den Hauptbach; die größeren Nebenbäche kommen aus den Längenthälern, die derselbe streckenweise selbst benutzt.

Bedeutender als diese rechtsseitigen Zuflüsse sind die Gewässer, welche dem Oberlaufe des San links vom Hauptkamme der Beskiden zufließen. Auf dieser Seite besitzt das Gebirge breitere, massigere und höhere Bergketten, die von ihren nordwestlich gerichteten Kämmen theilweise ansehnliche Seitenäste entsenden. Der am + 1335 m hohen Kaliczberge entspringende Wolosatebach läuft zunächst in einem Längenthale am Hauptkamme entlang und durchschneidet alsdann in nördlicher Richtung die zwischen diesem und dem San-Längenthale gelegenen Bergketten bis zu seiner Mündung bei Smolnik unterhalb Zurawin. Die östliche Solinka, auch Wetlinabach genannt, entspringt am + 1303 m

hohen Ncewkaberge, läuft gleichfalls am Hauptkamme entlang und biegt dann nordwärts ab, quer durch die Parallelketten, bis zu ihrer Vereinigung mit der westlichen Solinka. Dieser 50 km lange Bach nimmt seinen Ursprung an der Stribkuppe (+ 1014 m) des Hauptkammes, bleibt aber nur auf kurze Strecke im Längenthale an dessen Fuß, biegt vielmehr beim Dorfe Solinka gegen Nordosten um durch das Bergland bis zur Vereinigungsstelle. Von da ab verfolgt die vereinigte Solinka gleiche Richtung mit dem San gegen Norden bis Solina, wo sie in den nach Aufnahme des Czarnabaches (r.) wieder in die Nordwestrichtung übergehenden Hauptfluß links einmündet. — An der zweiten, vom Solinkabache durchschnittenen Parallelkette, deren Kammhöhe etwa + 1000 m beträgt, entspringt die Hoczewka (l.) und fließt mit schlankem, 28 km langem Laufe nordwärts zum San; ihre Mündung bei Hoczew liegt in der Mitte zwischen jener des Olczanicabaches und der Bezirkshauptstadt Lisko. Während der Flächeninhalt des Sangebiets bis zur Solinkamündung nur 806 qkm beträgt, wird er dort um 377, durch den Hinzutritt der Hoczewka um weitere 179, im Ganzen bis zur Oslawamündung auf 1703 qkm vergrößert. Die genannten Nebenbäche des Oberlaufs haben meist tief eingeschnittene felsige Betten und bringen nur wenig Schotter in den Hauptfluß.

Unterhalb Lisko liegt die aus dem Olszanicathale kommende Transversalbahn auf kurze Strecke am rechten Ufer des San, kreuzt ihn hierauf und führt am linken Ufer nach Sanok. Unweit der Station Saluz, wo eine Bergnase die Bahnlinie hart an das rechtsseitige Flußufer drängt, beginnt sich das Sanoker Kesselthal zu öffnen, in welchem zwei bedeutende Nebenbäche von links in den San fließen, am Anfange die Oslawa, am Ende der Sanoczek, außerdem zahlreiche kleine Rinnsale. — Die Oslawa wird von der Transversalbahn überschritten, gleich nachdem diese den San gekreuzt hat, nämlich bei Zagurz, wo die über den Lupkowpaß nach Ungarn führende Eisenbahnlinie abzweigt. Letztere benutzt zum Aufstiege nach jenem Passe das Oslawathal bis zur Mündung der Oslawica (l.) hierauf deren ebenfalls gegen Norden gerichtetes Seitenthal und biegt schließlich in das Thälchen eines am Lupkowpasse (+ 584 m) entspringenden Quellbaches der Oslawa ab. Die Hauptquelle liegt aber weiter östlich, nur 2,7 km vom Dorfe Solinka entfernt, am Hauptkamme auf + 750 m. Nach Vereinigung der Quellbäche verfolgt die Oslawa einen ziemlich schlanken Lauf gegen Norden und geht erst am Ende des Gebirgslandes, wo das Hügelgelände im Süden des Sanoker Kesselthals beginnt, mit scharfen Krümmungen in nordnordöstliche Richtung über. Wie der obere San, gehört auch die Oslawa (504 qkm Gebietsfläche) fast ganz dem Gebirge an; in ihrem 70 km langen Laufe hat sie nur wenige verschotterte Stellen und bringt keine groben Geschiebe in den Hauptfluß, wohl aber feinen Kies, Sand und Schlick. — Der unterhalb Sanok mündende Sanoczek, welcher von demselben etwa + 750 m hohen Bergzuge zur Rechten des oberen Wislok kommt, an dem auch die Pjelnica entspringt, fließt parallel mit ihrem Oberlaufe gegen Nordosten. Bei Pobidna durchquert er ein kleines, gewissermaßen die Fortsetzung des großen Beskoer Thales bildendes Kesselthal und läuft neben der Transversalbahn durch eine kurze Bergschlucht in das Sanoker Kesselthal hinüber.

Den Nordostrand dieses breiten Thalgrundes begrenzt die jähe auf 2- bis 300 m emporsteigende Bergwand der nordwestlich gerichteten Gebirgskette, welche sich im Hügellande jenseits des San als Brzozuw—Dembicaer Höhenzug fortsetzt. Dieselbe wird auf der anderen Seite von einem schmalen, mit dem Sanoker Kessel parallel gerichteten Längenthale begrenzt, durch das der Tyrawskibach (r.) bei Mrzyglud in den San fließt. Seine rechtsseitigen Nebenbäche besitzen knieförmigen Lauf, da sie aus den schmalen Parallelketten stammen, mit denen das ganze Gebirge zwischen San und Dnjestr erfüllt ist. — Der Hauptfluß empfängt nun in seinem nördlich gerichteten Laufe bis Dynuw eine Anzahl von kleineren Bächen aus den Längenthälern der auch im Hügellande noch deutlich entwickelten Parallelketten. Die rechtsseitigen Zuflüsse sind gegen Nordwesten, die linksseitigen gegen Südosten gerichtet. Erwähnung verdient nur die 6 km oberhalb Dynuw links mündende Baryczka, die mit äußerst schlankem Laufe von der Gwoznicakuppe (+ 510 m) herabkommt. Von den genannten und den weiter unterhalb mündenden Hügellandbächen erhält der Hauptfluß vorwiegend thonige Sinkstoffe; nur bei großem Hochwasser bringen sie auch (meist feinen) Schotter mit sich. — Zwischen Dynuw und Przemysl erhält der hier ostwärts fließende San von links keinen nennenswerthen Zufluß, dagegen von rechts einen mittelgroßen Nebenbach bei Bachuw, die Stopnica. Sie entspringt bei Leszczawa-gorki in einem Längenthale, das jenseits der Wasserscheide von einem kleinen Gewässer des Wiargebiets durchflossen wird. Die Parallelketten schwenken hier bereits gegen Nordnordwesten um; dabei verbreitern und verflachen sie sich, so daß das von der Stopnica durchflossene Gelände nur mehr als Hügelland bezeichnet werden kann.

Am schärfsten kommt dies im Gebiete (798 qkm) des unterhalb Przemysl rechts auf + 191 m mündenden Nebenflusses Wiar zum Ausdruck. Sein 75 km langer Lauf liegt in der obersten Strecke in demselben nordwestlich gerichteten Längenthale, durch welches weiter nördlich die obere Stopnica fließt. In der mittleren Strecke durchschneidet er mit vorwiegend östlicher Richtung mehrere Bergketten und erreicht bei Hujsko den von hier nordwärts nach Przemysl ziehenden Rand des bergigen Geländes. In der unteren Strecke biegt er über Nizankowice gegen Norden um und fließt am Osthange dieses Geländes entlang zum San. — Sein großer, bei dem genannten Städtchen mündender Nebenbach Wyrwa verfolgt in der unteren Strecke dieselbe Richtung gegen Norden, läuft dagegen oberhalb Dobromil annähernd parallel mit dem mittleren Wiar gegen Osten. Dabei durchschneidet er dieselben Längenthäler wie jener, so daß jedem Seitenbache der oberen Wyrwa (von links) ein solcher des mittleren Wiar (von rechts) entspricht. Je weiter flußabwärts diese Bäche münden, um so mehr gehen die rechtsseitigen Zuflüsse des Wiar aus der nordwestlichen in die nördliche Richtung über, wogegen die linksseitigen Zuflüsse der Wyrwa südöstliche Richtung behalten.

Bei Dobromil vollzieht also der Höhenrand eine Schwenkung. Das im Westen der Linie Dobromil—Hujsko und im Süden des Wiar-Mittellaufs gelegene Bergland zeigt noch deutlich ausgebildete, gegen Norden verbreiterte Ketten, deren Kammhöhe meist über + 500 m liegt, kann also noch als Gebirgsland gelten. Im Norden des mittleren Wiar verschwindet die regelmäßige Gestalt

der Oberfläche allmählich, und die Höhenlage + 500 m wird nur ausnahmsweise erreicht; viele Kuppen bleiben unter + 400 m. Daher läßt sich das von der Linie Hujsko—Przemysl östlich begrenzte Gelände im Norden des mittleren Wiar als starkwelliges Hügelland bezeichnen. Auf der rechten Seite der unteren Wyrwa und des Wiar-Unterlaufs beginnt das Flachland, dem von hier ab das rechtsseitige Sangebiet fast ausschließlich angehört. Die Quellen des Wiar und der Wyrwa liegen dicht neben einander auf etwa + 600 m. Beide Wasserläufe schließen also eine trapezförmige, fast ganz aus Gebirgsland bestehende Fläche ein, aus der sie eine reichliche Wasserzufuhr erhalten. Dagegen erhält der Wiar im Ober- und Mittellaufe von links nur kurze unbedeutende Nebenbäche, ebenso die obere Wyrwa von rechts.

Das Vorland des Gebirges und Hügellandes wird von mehreren, am Rande der Berge entspringenden, östlich oder nordöstlich gerichteten Bächen durchflossen, die oberhalb Nizankowice von rechts, unterhalb dieses Ortes von links in den Wiar sich ergießen. Von den zur Rechten in die untere Wyrwa und den Wiar-Unterlauf mündenden Flachlandgewässern zeichnet sich der Popowicebach durch große Verzweigung seines Gewässernetzes aus. — Das mittlere Gefälle des Wiar beträgt durchschnittlich 5,46 ‰ (1 : 183), ist aber im Unterlaufe sehr gering, im Mittellaufe noch ziemlich bedeutend. Die mit großer Geschwindigkeit verlaufenden Hochfluthen bringen bedeutende Wassermassen und viele Geschiebe in den Unterlauf, welche dort Ueberschwemmungen und Schotterfelder erzeugen. Die gröberen Geschiebe werden hierbei derart zurückgehalten, daß in den San nur feiner Schotter und Sand übergehen.

Unterhalb der Wiarmündung erhält der San aus dem Hügellande, das zur Linken des Flusses sich noch bis Jaroslau erstreckt, bloß kleinere Gewässer, namentlich bei Radymno die Rada und etwas weiter unterhalb den Leng. — Viel bedeutender ist die aus dem rechtsseitigen Flachlande kommende Wisznia, welche dem Unterlaufe des San gewissermaßen seine Richtung vorzeichnet, als sei sie der Hauptfluß, der mittlere San ihr Nebenfluß. Früher mündete sie unterhalb Radymno, wurde aber 1884 oberhalb der dortigen Straßenbrücke zur Abkürzung der übermäßig entwickelten Mündungsstrecke und zur Verbesserung der Vorfluth in den San geleitet. Ihr 81 km langer Lauf entwässert ein 1151 qkm großes Niederschlagsgebiet meist ebenen oder doch nur leicht welligen Geländes, das großentheils aus fruchtbarem Lößboden besteht, aber in den flachen Lagen vielfach verwässert ist. Wenn man als Quelle den Ursprung des beim gleichnamigen Dorfe aus sumpfigen Wiesen abfließenden Wiszenkabaches annimmt (+ 291 m), so beträgt ihre Fallhöhe 109 m, ihr mittleres Gefälle etwa 1,35 ‰. Bis Rudki fließt der Quellbach gegen Osten, parallel mit dem Dnjestr, in welchen der Wiesengrund bei Rudki eine zweite, gegen Süden führende Abwässerung hat. Ueberhaupt ist die Wasserscheide zwischen Wisznia und Dnjestr nur undeutlich ausgeprägt und so niedrig, daß eine Kanalverbindung keine Schwierigkeit bieten würde. (Vergl. 2. Abschn. 2. Kap.) Von jenem Dorfe an hält der Fluß westnordwestliche Richtung ein. Seine rechtsseitigen Zuflüsse empfängt er aus der westlichen Umgegend der Grudeker Seen, seine linksseitigen von dem welligen Gelände, in welchem auch der Popowicebach Ursprung nimmt. — Das nördlich anschließende

Flachland findet seine Entwässerung durch den zwischen Jaworuw und Januw auf + 275 m entspringenden Fluß Szklo, der nahezu westliche Richtung einhält und (einschließlich der Seen bei Jaworuw) 71 km Länge besitzt. In seiner 858 qkm großen Gebietsfläche unterscheidet sich die Bodenbeschaffenheit von derjenigen des Wiszniagebiets hauptsächlich durch das Vorherrschen von Sand- vor Lößboden. Die Mündung bei Sobjecin (+ 178 m) liegt wenig unterhalb der früheren Wiszniamündung, so daß bei Lazy eine Verbindung zwischen den beiden Flüssen vorhanden war; das mittlere Gefälle (1,37 °/₀₀) ist dem des Nachbarflusses ähnlich. Ihre breiten Thäler bestehen auf langen Strecken aus nassen Torfwiesen, die nur zum Theil genügend entwässert sind, oder aus sumpfigem Bruchland.

Die bei Manasterz rechts in den San mündende Lubaczowka entsteht bei Lubaczuw aus der Zawadowka (l.) und der Solotwa (r.), deren zahlreiche Quellbäche fächerförmig vom Lemberg—Lubliner Hügellande gegen Westen fließen. Der Westhang des hügeligen Geländes geht hier fast unmerklich in das Flachland über, das in den höheren Lagen aus Löß, vorwiegend aber aus Sand, moorigen Niederungen und vertorften Mulden besteht. Die Quellen der Zawadowka in Nähe des Punktes, wo die Gebiete des San, Bug und Dnjestr zusammenstoßen, liegen auf + 320 m; die Mündung liegt auf + 174 m; der 84 km lange Fluß hat also 1,74 °/₀₀ mittleres Gefälle, wesentlich mehr als die Wisznia, deren Gebietsfläche fast genau gleiche Größe besitzt (1151 gegen 1153 qkm). — Von Lubaczuw zieht eine mit Löß bedeckte niedrige Bodenschwelle in westnordwestlicher Richtung bis zum russischen Städtchen Krzeszuw am San. Auf ihr entspringen einige rechtsseitige Nebenbäche der Lubaczowka, sowie die rechts in den Hauptfluß mündenden großen Bäche Lubenia (kurz oberhalb der Wislokmündung), Südliche Zlota (bei Tarnawjec) und Nördliche Zlota (an der Reichsgrenze). — Weiter nordwärts reicht das 2380 qkm große Niederschlagsgebiet des Tanew so nahe an die Sanniederung, daß sich oberhalb seiner Mündung zur Rechten kein nennenswerther Wasserlauf mehr entwickeln kann. Dagegen ergießt sich links bei Sarzyna die Trzebosna, die in einem sumpfigen Thale aus dem Lößgebiete im Norden des unteren Wislokthales kommt. — Die bei Rudnik links mündende Glemboka mit dem Kamjenskibach gehört bereits ganz dem sandigen, stellenweise mit Torfmooren bedeckten, größtentheils bewaldeten Flachlande an, das auch unterhalb der Tanewmündung bis hart an das linke Ufer des San reicht. Dort nimmt der Hauptfluß zwischen Nisko und Rozwaduw links den als Entwässerungsgraben für die Trockenlegung der Niskoer Sümpfe ausgebauten Neuen Kanal auf. Umfangreicher sind die Entwässerungsanlagen an der Glemboka bei Rudnik mit den Moorkulturen des Grafen Hompesch und die noch nicht fertiggestellte Trockenlegung der Sümpfe am linken Sanufer im Bezirke Jaroslau.

Der bei Ulanuw mündende Tanew ist der größte Flachlandfluß des Sangebiets. Von seiner Quelle (+ 303 m) am + 394 m hohen Dzialberge des Lemberg—Lubliner Hügellandes verfolgt er vorwiegend westliche Richtung mit einem 93,0 km langen Laufe, 148 m Fallhöhe, 1,59 °/₀₀ mittlerem Gefälle. Da das flachhügelige Gelände, dessen Rand hier steil gegen die Ebene abfällt, westnord-

westlich weiter zieht, so dehnt sich zwischen dem Flusse und dem scharf ausgeprägten, weithin sichtbaren Höhenrande eine bald auf 20 bis 25 km Breite anwachsende Sandebene aus, während jenseits des Flusses das sandige Vorland der oben genannten Löß-Bodenschwelle eine flache Stufe bildet. Von dieser Bodenschwelle erhält der Tanew links eine Reihe kleinerer Zuflüsse, in seinem Oberlaufe aber einen großen Nebenbach, die neben den Zlotaquellen bei Maydan entspringende Wirowa, welche zuerst gegen Osten fließt, bei Lublinjec scharf gegen Nordwesten umbiegt und am Beginne der sandigen Niederung in den Tanew mündet. Wasserreich wird sie von Lublinjec ab, wo in rascher Folge die fächerförmig vom Lemberg—Lubliner Hügellande herabkommenden, vorwiegend westlich gerichteten Bäche von rechts in sie einmünden, als erster die Brusjenka, welche in etwa 3 km Abstand parallel mit der Switnica läuft, einem Nebenbache der zur Lubaczowka fließenden Solotwa. Die unterhalb der Wirowamündung am rechtsseitigen Hügellande entspringenden, durch die breite Ebene unmittelbar in den Tanew rinnenden Gewässer haben um so größere Länge und kleineres Gefälle, je weiter flußabwärts sie münden.

Diese ausgedehnte Sandebene ist größtentheils mit vielfach sumpfigen Wäldern bedeckt und wird mehrfach von Dünen durchzogen. Das Flußbett des Tanew zeigt meist übermäßige Breite und niedrige Ufer; es ist angefüllt mit Sandablagerungen und zahlreichen Baumstämmen, die bei Uferabbrüchen in das Bett gelangt sind. Im Frühjahre, ausnahmsweise auch nach starken Sommerregen, bringen die großen rechtsseitigen, vom Hügellande kommenden Nebenbäche Sopot, Szum und Lada, sowie der bereits genannte linksseitige Nebenbach Wirowa bedeutende Wassermassen, die in der flachen Niederung des Tanew nur sehr langsam abzufließen vermögen, so daß die Fluthwelle 8 bis 14 Tage Zeit gebraucht, um das weite Ueberschwemmungsgebiet zu durchlaufen. — Den westlichen Theil der großen Sandebene, die hier als Vorstufe zwischen dem Lubliner Hügellande und dem Santhale aufzufassen ist, durchfließt die bei Jastkowice mündende Bukowa, deren rechtsseitige Nebenbäche Rakowa, Branwica und Biala auf dem Hügellande entspringen. Daß sie und die ebenfalls aus der Sandebene stammende Jodlowka im Santhale mit Rückstaudeichen eingefaßt sind, wurde bereits auf S. 49 erwähnt.

3. Bodenbeschaffenheit.

a) Uebersicht.

So vielgestaltig das Gewässernetz ist, so einfach ist in der Hauptsache der geologische Aufbau des rechtsseitigen Oberen Weichselgebiets. Diejenigen Theile, welche eine größere Mannigfaltigkeit zeigen, die Zentralkarpathen, die Umgegend von Krakau und der zum San entwässernde Südwestrand des Lemberg—Lubliner Hügellandes, nehmen eine geringe Fläche des ganzen Gebietsabschnittes ein. Hiervon abgesehen, besteht die südliche Hälfte aus Flysch, die mittlere Zone aus einem breiten Streifen lehmiger Ablagerungen, besonders Löß, die nördliche Spitze aus Diluvialsand und ausgedehnten Alluvialniederungen, die sich auch weiter südwärts vorstrecken. Die Oberfläche des Gebirgslandes gehört fast ganz

dem Flysche der oberen Kreide und weit mehr noch dem der alttertiären Formation an. Im westlichen Hügellande liegt die aus demselben Gesteine und jungtertiären Thonen (Miocän) bestehende Unterlage meistens unter einer Decke von Löß. Im weitaus größeren östlichen Theile des Hügellandes bildet der Flysch ebenso wie im Gebirge die Oberfläche, abgesehen von einem ostwärts an Breite bis zu 18 km zunehmenden Randstreifen aus diluvialem Lehm, namentlich Löß. Derartige Ablagerungen bedecken auch vorzugsweise die anschließenden höheren Lagen des Flachlandes, wogegen weiter nördlich fast nur noch Diluvialsand und Alluvium, das ebenfalls großentheils aus Sand besteht, bodenbildend auftreten.

Die Südgrenze der nordischen Geschiebe, welche das Vordringen des Inlandeises bezeichnet, hält sich im westlichen Theile des Hügellandes meist nahe am Gebirgsrande, tritt zwischen Raba und Dunajec weiter zurück bis zum Rande des Flachlands, im östlichen Theile wiederum weiter vor, so daß zwischen ihr und der Diluviallehmzone noch ein durchschnittlich 9 km breiter Streifen verbleibt, in welchem die Verwitterungsrinde des Flysches die Bodenbeschaffenheit vorherrschend bestimmt. Im Wiargebiet reicht sie zuletzt am Fuße des Gebirges ebenso weit gegen Süden wie an der Mährischen Pforte und wendet sich nun gegen Nordosten nahe an der südöstlichen Wasserscheide des rechts vom San-Unterlaufe ausgebreiteten Flachlandes, das vom Inlandeise bedeckt war, ebenso wie das Lemberg—Lubliner Hügelland.

b) Flachland im Osten des San.

Die nordöstliche Wasserscheide des unteren Sangebietes schließt einen schmalen Streifen dieses Hügellandes ein, in welchem die zur oberen Kreide gehörige Unterlage vielfach, jenseits der Tanewquelle fast ausschließlich mit Miocän bedeckt ist. Im Uebrigen besteht die Bodenoberfläche vollständig aus diluvialen, mit großen Alluvialflächen unterbrochenen Ablagerungen: im Südosten innerhalb des Wiszniagebiets hauptsächlich aus Löß, im Nordwesten zur Rechten des Tanew nahezu gänzlich aus Sand, zwischen Tanew und Szklo in den höheren Lagen aus Löß, in den niedrigen Lagen aus Sand. In diesem letztgenannten mittleren Theile herrscht der Lößboden vor an den vom Lemberg—Lubliner Hügellande kommenden Nebenbächen der Wirowa und Lubaczowka, wo die Lößdecke bis zur Szkloquelle an den thonigen Verwitterungsboden der oberen Kreideformation und des Miocän grenzt, ferner auf zwei westnordwestlich vorgestreckten flachen Bodenschwellen, von denen die eine zwischen den breiten Sandniederungen des Szklo und der Lubaczowka liegt, die andere zur Rechten des letztgenannten Flusses von der Bezirkshauptstadt Lubaczuw bis zu dem am Rande des Santhales liegenden russischen Städtchen Krzeszuw schräg durch das rechtsseitige Sangebiet zieht. Ihr Nordhang gegen den Tanew hin und das Quellbecken der Wirowa, ihr Südhang gegen die Lubaczowka, die vom Unterlaufe dieses Flusses bis zur unteren Wisznia ausgebreitete Ebene und die Niederungen aller Flachlandflüsse sind mit Sand bedeckt.

Die Oberfläche des Sandes ist an den niedrigen Stellen vielfach mit Torfmoor überlagert oder von bruchiger Beschaffenheit, an den trocknen Stellen oft von einzelnen Sandwellen und Dünen durchzogen. Ueberwiegend muß man

den Sandboden als feucht bezeichnen, nicht selten sogar als übermäßig naß und sumpfig, auch in etwas höheren Lagen, da wegen des schwachen Gefälles und der öfters nahe an die Oberfläche tretenden thonigen Unterlage der Abfluß des Wassers zu langsam vor sich geht. Diese beiden Umstände beeinträchtigen auch die sonst ausreichende Durchlässigkeit des Lößbodens in dem betrachteten Gebietstheile gewöhnlich in hohem Maße. Völlig undurchlässig sind die thonigen Bodenarten, welche zur Miocänformation oder zum Mergel und Kalk der Kreideformation gehören, am Rande des Lemberg—Lubliner Hügellandes. Zahlreiche, auf längeren Strecken gewöhnlich trockne Thaleinrisse, in deren Fortsetzung die Quellbäche der Lubaczowka und des Tanew ihren Ursprung nehmen, deuten darauf hin, daß bei der Schneeschmelze und bei starken Regengüssen der Abfluß des Wassers hier stürmisch vor sich geht, die Quellen aber nicht nachhaltig fließen. Reichlichere Quellen zeigt das Lößgebiet. Im großen Ganzen ist der Gebietsabschnitt als wenig durchlässig zu bezeichnen. Das rasch angesammelte Hochwasser ruft in den Flußthälern wegen ihrer mangelhaften Vorfluth und niedrigen Lage öfters bedeutende Ueberschwemmungen hervor, welche den Abfluß in den San verzögern.

c) Flachland im Süden der Weichsel.

In dem dreieckförmigen Flachlande, das durch die Weichsel, den San und den Rand des Hügellands begrenzt ist, liegt nördlich von letzterem zwischen San und Wisloka eine durchschnittlich 17 km breite, mit Löß bedeckte, flache Bodenschwelle, von der lehmigen Diluvialhülle des Hügellandes selbst getrennt durch die Wislokniederung im Osten und die zum Wjelopolkagebiete gehörige Niederung im Westen; Trzebosna und Leng nebst ihren wichtigsten Nebenbächen nehmen hier ihren Ursprung. Die bis zu 54 km breite Diluvialsandfläche im Norden dieser Bodenschwelle wird unterbrochen von den mit feuchtem Alluvialsande und Torfmoor angefüllten Niederungen längs der Wasserläufe, welche von Rudnik bis Rozwadow in den San und oberhalb der Mündung dieses Hauptflusses in die Weichsel münden. Namentlich am Leng und an den Gewässern der Trzesniowka liegen große Alluvialflächen dieser Art. Die auf S. 49 bereits erwähnte schmale Tarnobrzeger Bodenschwelle, welche die lang gedehnte Bruch- und Moor-Niederung der Trzesniowka vom Weichselthale trennt, besteht gleichfalls an der Oberfläche aus sandigem Diluvium. — Auch jenseits der Wisloka herrscht im Norden des Grabinybaches auf 12 km Breite Löß vor, gegen die Niederung des Bren hin und gegen Osten bis zur Bodenschwelle am rechtsseitigen Rande des Dunajecthales dagegen Diluvialsand, desgleichen auf der Bodenschwelle zwischen Bren- und Weichselthal. In den flachen Lagen ist die vorherrschende Bodenart humoser Alluvialsand mit Torfmoorbildungen, ebenso auch in den kleineren Einsenkungen zwischen den Sandwellen, auf denen die lang gezogenen Ortschaften liegen. Das von Uszwica und Kisjelina entwässerte Flachland zwischen Dunajec und Raba besteht in den höheren Lagen aus Löß, das Drwinkagebiet im Westen der unteren Raba bis Njepolomice aus Diluvialsand mit ansehnlichen Torfmooren.

Wo die diluvialen Sande und Grande auf älteren Sanden auflagern, besitzt der Boden große Durchlässigkeit. Häufig bildet aber der Sand nur eine dünne Hülle über dem undurchlässigen Geschiebemergel, aus dessen Verwitterung er

hervorgegangen ist, oder das Gelände leidet wegen zu geringen Gefälles in den niedrigen Lagen an stockender Nässe, welche die moorigen Wiesengründe bei feuchtem Wetter ungangbar macht. In den höheren Lagen des Sandgebietes sind die Feldwege bei anhaltender Trockenheit kaum noch fahrbar, und die nicht durch Wald geschützten Flächen bilden stellenweise Sandwehen. Mit fruchtbarem thonigem Schlick sind die Niederungen an der Weichsel und ihren vom Gebirge und Hügellande kommenden Nebenflüssen bedeckt.

d) Vorkarpathisches Hügelland.

Das vorkarpathische Hügelland besteht im Kerne aus Flysch, dessen Hangendes am Nordrande jungtertiäre marine Ablagerungen bilden. Indessen beschränken sich die Stellen, an denen diese zu Tag treten, auf vereinzelte, meist kleine Flächen, namentlich an den Hügellehnen. Auch die Verwitterungsböden des Flysches nehmen im Norden der Grenzlinie nordischer Geschiebe nur östlich vom Dunajec bis zum San umfangreichere Flächen ein. Je nach der Zusammensetzung des aus Sandsteinen und Schiefern der Kreideformation und des Alttertiär bestehenden Grundgesteins sind diese Verwitterungsböden vorwiegend sandig oder lehmig und mehr oder weniger durchlässig, meistens aber lehmig und nur in geringem Maße zur Aufnahme von Sickerwasser geeignet. Das Gleiche gilt von der breiten Hügellandsfläche, südlich von jener Grenzlinie in den Gebieten des San, des Wislok, der Wisloka und des mittleren Dunajec, welche fast ganz mit solchen lehmigen, wenig durchlässigen Verwitterungsböden des alttertiären Flysches bedeckt ist. Durchlässig sind hier gewöhnlich nur die aus Schotter und grobem Sand im Untergrunde, aus Lehm im Oberboden bestehenden Thalsohlen und unteren Gehänge der Thalwände, die in den Kesselthälern zuweilen beträchtlichen Raum einnehmen, namentlich im Sanoker Thalkessel am San und in den westnordwestlich hiervon ausgestreckten Thalkesseln am Wislok bis zur Wisloka hin. Kaum irgendwo tritt das Grundgestein in Form von Felsen hervor, z. B. im Durchbruchthale der Weichsel bei Tynjec oberhalb Krakau, dessen geologische Beschaffenheit im 2. Kap. der Abth. 2 näher beschrieben ist. Innerhalb des Bereichs der nordischen Geschiebe nimmt der Löß eine breite Zone längs des Nordrandes des Hügellandes ein von Przemysl über Jaroslau, Rzeszuw, Ropczyce, Dembica und Tarnuw bis Bochnia. Von Jaroslau bis Ropczyce wird der Löß des Hügellandes vom Flachlande durch einen etwa 3 km breiten Geschiebelehmstreifen getrennt. Die Anfangs 18 km betragende Breite dieser Lößzone vermindert sich gegen den Dunajec hin, wo die Grenzlinie der nordischen Geschiebe am Flachlandsrande liegt. Zwischen Dunajec und Raba geht der Löß des Hügellandes unmittelbar in den des Flachlandes über. Weiter westlich bedeckt er, von den oben bezeichneten vereinzelten Flächen abgesehen, das Hügelland in ganzer Breite bis zum Rande des Gebirgs. Auch hier ist seine Durchlässigkeit meistens beeinträchtigt durch die undurchlässige Beschaffenheit der Unterlage, nämlich des in jenen Flächen zu Tage tretenden Miocän und des Mergelschiefers der Kreideformation, aber doch genügend, um die Bodenkultur zu erleichtern. Diese in ost-westlicher Richtung vom San bis zur Kleinen Weichsel ausgestreckte Lößterrasse zeichnet sich durch große Fruchtbarkeit vor dem übrigen Karpathenlande des Weichselgebiets besonders aus.

e) Gebirgsland.

Das Gebirgsland besteht bis zum Neumarkter Thalkessel und zum Pjeninischen Klippenzuge ausschließlich aus Flysch. Im mittleren Solagebiete bis zur Skawa ist derselbe cretaceischen Alters. Auch die nordwestlich gerichteten höheren Gebirgsrücken des Karpathischen Waldgebirges und der Ostbeskiden gehören zum Theil der Kreideformation an. Der weitaus größte Theil des Beskidengebirges ist jedoch an der Oberfläche mit alttertiärem Flysche bedeckt, dessen Liegendes nur ausnahmsweise zum Vorschein kommt. Die mannigfache Beschaffenheit der aus Kalken, Dolomiten, Quarziten und Schiefern verschiedener Formationen bestehenden Gesteine des Klippenzugs spielt für die Wasserabführung im Ganzen keine wesentliche Rolle, weil die in Frage kommende Fläche nur gering ist, wohl aber für die Gestaltung des Gewässernetzes und einigermaßen auch für die Geschiebeführung des Dunajec. Im Süden des Klippenzugs setzen sich die alttertiären Flysch-Sandsteine und -Schiefer in der Podhala, in der Zipser Magura und im Leutschauer Gebirge weiter fort. Wie eine Insel ragt aus ihnen hervor das Hochgebirge der Tatragruppe, bei welcher die Liptauer Alpen hauptsächlich aus Gneiß- und Glimmerschiefer, die eigentliche Hohe Tatra aus Granit, die Beler Kalkalpen aus Kalken, Dolomit und Quarzsandstein bestehen, ebenso ein schmaler Streifen am Nordrande des Hochgebirgs. Der Südhang des Hochgebirges nach dem Poprad hin zeigt eine lehmige Decke auf Glazialschutt, aus welcher mehrfach Verwitterungsböden des unterlagernden Flysches auftauchen. Nördlich von den Zentralkarpathen nehmen die Diluvialterrassen und Schotterablagerungen der Quartärzeit, gleichfalls mit lehmiger Verwitterungskruste, eine namhafte Ausdehnung im Neumarkter Kessel ein, wo die Wasserscheide gegen das Donaugebiet durch ein Torfmoor zieht. Die niedere Tatra kommt wegen der Kleinheit des zum Weichselgebiete gehörigen Antheils für seinen Wasserabfluß nicht in Betracht.

f) Einwirkung des Bodens auf den Abflußvorgang im Gebirgslande.

Der Tatragranit ist weniger hart als die Granite anderer Gebirge. Von den schroffen, wild zerrissenen Bergwänden stürzen die Trümmermassen zunächst in die Zirkusthäler der Meeraugen und erfüllen die Thalschluchten bis zum Endmoränengürtel des Hochgebirgs. Der aus ihrer Verwitterung entstandene fruchtbare Boden gewährt dem Walde bis zur klimatischen Grenze des Baumwuchses gute Nahrung und entzieht das in die Lücken der Steinblöcke und Gerölle versickernde Wasser der Verdunstung; ein namhafter Theil der Niederschläge und des Schmelzwassers der langsam verlaufenden Schneeschmelze wird deshalb hier aufgespeichert und gelangt in Quellenform wieder zu Tage. Aehnlich wirkt der Verwitterungsschutt des Gneiß- und Glimmerschiefergebirges. In den Kalkalpen und ihrer Fortsetzung am Nordrande der Tatra wird die Wasseraufnahme noch gesteigert durch die Gesteinsklüfte und Höhlen, welche dem allzu raschen Abfließen in den sichtbaren Gerinnen und dem schnellen Verdunsten des Wassers entgegenwirken. Gleiches gilt auch von den Gesteinen der pjeninischen Klippenzone. Der Dunajec und sein Schwesterfluß Poprad sind daher die bestgespeisten Gewässer des Oberen Weichselgebietes.

Alle übrigen Gebirgsgewässer entspringen im Flysche, der oft Karpathensandstein genannt wird, weil Sandstein die vorherrschende Gesteinsart ist. Wenn auch weit häufiger als im Hügellande, so tritt doch auch im Gebirgslande das Grundgestein verhältnißmäßig selten an die Oberfläche, sondern ist meist mit dem an Ort und Stelle durch Verwitterung entstandenen oder vom Wasser hinzu getragenen Gerölle und dessen Verwitterungsboden bedeckt. Die Berge haben deshalb gewöhnlich sanft gerundete Formen und zeigen oft bis auf die höchsten Kuppen eine Hülle von großer Mächtigkeit, die das Grundgestein nur an den Einrissen erkennen läßt. Dieses besteht aus Sandsteinen, Konglomeraten, Kalkmergeln, Thonmergeln und bituminösen Schiefern, die im Bindemittel, im Korn und in der Schichtung sehr verschieden geartet, aber so vertheilt sind, daß die verschiedenartigen Gesteine überall ziemlich gleichmäßig vorkommen. Die massigen Sandsteine der unteren Kreide, welche sich mehrfach im Karpathischen Waldgebirge und in den Ostbeskiden finden, bilden eine tiefgehende Verwitterungskruste aus sandigem Schotter, welche das Wasser leicht aufnimmt und bis zu gewissem Grade zurückhält. Auch die jüngeren Gesteine zeigen dort theilweise ähnliches Verhalten, da sie öfters aus grobbankigen Sandsteinen bestehen. Andererseits walten beim cretaceischen Flysche an der mittleren Sola und Skawa die thonigen Schichten vor, welche eine undurchlässige Kruste bilden.

Mehr oder weniger geschieht dies bei den meisten Gesteinsarten des Beskidengebirgs, weil die selten fehlenden Thonschiefer den Berglehm erzeugen, der die Einrisse des abrinnenden Wassers ausgleicht, zudeckt und dem Pflanzenwuchse ermöglicht, eine natürliche Schutzhülle zu schaffen. Freilich beraubt er dabei das Gestein seiner Durchlässigkeit, die nur an lehmfreien Stellen erhalten bleibt, z. B. an steileren Gehängen, wo das versickerte Wasser auf Spalten in die Tiefe sinkt oder bis zu einer undurchlässigen Schicht einsickert, welche es dann als Quelle zu Tag führt. Im größten Theile der Beskiden sind die Berghänge mit Lehm bedeckt und oft so sanft geböscht, daß sie zum Ackerbau benutzt werden können. Vielfach werden sie auch hierzu an Gehängen verwandt, die so steil sind, daß die ohnehin mangelhaften Erträge durch die Abwaschung der gelockerten Krume häufig arg geschmälert werden. Fast alle Fluß- und Bachthäler sind nämlich bis an den Hauptkamm hinauf dicht bevölkert, und die Bewohnerschaft war darauf angewiesen, den Wald zu lichten oder auszuroden, um Aecker und Viehweide zu gewinnen. Obgleich der Berglehm ein vortrefflicher Waldboden ist, der ohne menschliches Zuthun bald mit dichtem Graswuchs bedeckt oder mit Gehölz bestockt wird, wenn man ihn gleich nach dem Abtrieb sich selbst überläßt, so verliert er doch diese Eigenschaft mit der Zeit durch übermäßige Abtrocknung, falls der Weidegang keine Wiederbewaldung aufkommen läßt und die neue Grasnarbe immer wieder zerstört. Auf den gegen Norden gekehrten Berglehnen bildet sich überhaupt bloß an feuchten Stellen guter Rasen, sonst nur Flechten, Moos, Heidekraut und Wachholdergestrüpp.

An allen der Abwaschung ausgesetzten Stellen geht der ehemals unter dem Schutze des Waldes entstandene Lehmboden allmählich verloren. Bei lange dauerndem Regenwetter nehmen die Abflußmassen langsam zu und der Boden saugt sich voll Wasser. Wenn dann aber außergewöhnliche Niederschläge folgen

oder der Schnee durch plötzliche Erwärmung rasch abschmilzt, so zeigt sich bald die Unfähigkeit des Gebirgsbodens, größere Wassermengen aufzunehmen. Das überschüssige Wasser fließt mit bedeutender Geschwindigkeit an den Berghängen hinab, reißt tiefe Furchen ein und trägt die Verwitterungskruste als dickflüssigen Schutt mit sich fort. Je länger die Ruhepause zwischen zwei Hochfluthen war, um so größer wird die Verwüstung, weil in der langen Zwischenzeit viel verwitterte Massen angesammelt sind. Bei dem stürmischen Verlaufe solcher Fluthserscheinungen ist der Weg, den die losgespülten Gerölle und Bodentheile zurücklegen, jedesmal nur kurz; aber die nächste Hochfluth schiebt sie wiederum weiter. An manchen Stellen, wo das fließende Wasser besonders große Geschwindigkeit entwickelt, z. B. an Engstellen des Bach- oder Flußbettes, wird bei sehr großem Hochwasser die Rinne ausgekehrt und das Grundgestein entblößt, bei den kleineren Hochfluthen jedoch allmählich von Neuem angefüllt.

Auf S. 44/46 sind die Vorgänge bei der Geschiebeführung bereits näher betrachtet und es ist weiterhin dargelegt worden, wie sich die einzelnen Gewässer in dieser Beziehung verhalten. Danach ergiebt sich, daß die mit mächtiger Gerölldecke umhüllten Berge auf der Wasserscheide zwischen der Kleinen Weichsel und Sola, die im Osten von Saybusch gelegene Berggruppe, der Hauptkamm im Skawagebiete, die Gorczberggruppe nebst ihren Ausläufern, das ostbeskidische Gebirgsland zwischen Kamjenica und Biala sowie bei Gorlice, im Karpathischen Waldgebirge namentlich die zwischen Wiar und Wyrwa befindlichen Berge vorzugsweise zur Geschiebebildung neigen. Offenbar ist diese Hinneigung durch zu weit getriebene Entwaldung wesentlich gefördert worden.

4. Anbauverhältnisse. 5. Bewaldung.

a) Uebersicht.

Die große Bedeutung, welche von allen mit den Landesverhältnissen Galiziens vertrauten Sachverständigen dem Walde als einem Schutzmittel gegen die übermäßige Geschiebebildung beigelegt wird, läßt es wünschenswerth erscheinen, die jetzt noch vorhandenen Waldbestände zu erhalten und sie möglichst zu vermehren. Die Beskiden haben längst aufgehört ein Waldgebirge zu sein, während die östlichen galizischen Karpathen diesen Namen noch verdienen. Das westliche Hügelland ist nur schwach, das östliche etwas stärker, aber immerhin nur mäßig bewaldet. Reichlichere Waldbestände weist das Flachland auf, besonders im unteren Sangebiet und westlich vom San nach Tarnobrzeg hin. Von der 36 671 qkm großen Gebietsfläche des Südabschnittes des oberen Weichselgebiets bestehen 9530 qkm aus Wald, also 26,0 %. Auf die übrigen Anbauarten entfallen: Ackerland und Gärten 51,0 %, Wiesen 8,1 %, Weiden 10,5 %. Unverwendbar für den Anbau sind 4,4 %, zumeist Wege, Gewässer, Hofräume, Bauflächen u. s. w. Oed- und Unland ist nur wenig vorhanden; doch liefern die Hutweiden oft so dürftige Nahrung, daß sie fast als solches betrachtet werden müssen. Nur 19 qkm entfallen auf stehende Gewässer, Seen, Sümpfe und Teiche, namentlich in dem vom unteren Santhale nach der Podolischen Platte und dem Lemberg—Lubliner Hügellande langsam ansteigenden Flachlande.

Der galizische Gebietsantheil (31 987 qkm) weist einen geringeren Prozentsatz an Wald auf (25,2 %) als der ungarische (31,8 %) und der russische (30,5 %). Im ungarischen Antheile nehmen die ausgedehnten Tatraforsten, im russischen die großen Forsten der Tanewniederung über drei Zehntel des Flächeninhalts ein. Das Ackerland bedeckt im galizischen Antheile 52,3, im ungarischen nur 39,1, im russischen 44,4 % des Flächeninhalts; als Wiesen werden im galizischen und russischen Antheile etwa gleiche Prozentflächen (8,0 und 8,4 %), im ungarischen 10,5 % benutzt, als Weiden im galizischen 10,8, im ungarischen 10,1 und im russischen Antheile 7,6 %. Unnutzbar sind im galizischen Gebietstheile 3,7 %, im ungarischen wegen der verhältnißmäßig großen Ausdehnung des unwirthlichen Hochgebirgs 8,5 %, im russischen wegen der Sumpfflächen am Tanew 9,0 %.

b) Anbaustatistik nach wirthschaftlichen Gebieten.

Für die nähere Betrachtung der galizischen Anbaustatistik sind die Prozentwerthe ermittelt worden, welche auf die einzelnen Benutzungsarten innerhalb der wirthschaftlichen Gebiete entfallen, die in den statistischen Jahrbüchern des österreichischen Ackerbauministeriums zur Uebersicht über die Erzeugnisse des Pflanzenbaues von einander unterschieden werden. Von diesen wirthschaftlichen Gebieten kommen hier folgende in Betracht: Gebiet des Sandbodens in der Weichselebene, des lehmigen Hügellandes, des westgalizischen Gebirgs, des ostgalizischen Gebirgs zwischen Sanok und Turka, des anschließenden vorkarpathischen Hügellandes und der Sanoker Tiefebene, der Flußniederung am San, des Lehms zwischen Przemysl, Sambor und Lemberg, sowie des feuchten Sandes zwischen Jaroslau, Jaworuw und Rawa. Die Bezeichnungen des statistischen Jahrbuchs beziehen sich natürlich nur auf die in dem betreffenden Gebiete vorherrschende Bodenbeschaffenheit und Bodengestalt. Da außerdem in der Hauptsache die Grenzen der Gerichtsbezirke für die Abgrenzung der Gebiete bestimmend waren, so entspricht die Eintheilung nur im großen Ganzen der natürlichen, welche in den früheren Abschnitten dieser Darstellung durchgeführt ist.

Die „sandige Weichselebene“ umfaßt ungefähr die Bezirkshauptmannschaften Dambrowa, Mjelec, Kolbuszuw, Tarnobrzeg und Nisko. Das „lehmige Hügelland“, zu welchem jedoch auch ein erheblicher Theil des Gebirgslandes, namentlich im Skawagebiete und an der oberen Wisloka, sowie die südliche, vorwiegend mit Löß bedeckte Zone des Flachlandes gerechnet ist, umfaßt die Bezirkshauptmannschaften Biala, Wadowice, Myslenice, Wjeliczka, Bochnia, Brzesko, Tarnuw, Pilzno, Jaslo, Krosno, Ropczyce, Rzeszuw, Lancut. Zum „westlichen Gebirge“ werden die Bezirke Saybusch, Neumarkt, Limanowa, N.-Sandec, Grybuw, Gorlice gerechnet, zum „östlichen Gebirge“ der Bezirk Lisko größtentheils nebst einem Theile von Turka. Statt des Namens „östliches vorkarpathisches Hügelland“ sei für das im Osten und Westen der Sanstrecke Lisko—Dynuw liegende Gelände die Benennung „südöstliches Hügelland“ gewählt, wozu wir auch die Kesselthäler bei Sanok, Besko u. s. w. („Sanoker Tiefebene“) und das Gebirgsland des Wiargebietes rechnen: die Bezirke Brzuzuw, Sanok, ein kleiner Theil von Lisko und Dobromil. Das nördlich anstoßende Hügelland, welches in dem vom San zwischen Dynuw, Przemysl und Jaroslau gebildeten Knie liegt, und

die Flußniederung des San von Dynuw bis unterhalb der Wislokmündung (Bezirke Przemysl und Jaroslau) kann als „mittleres Sangebiet" bezeichnet werden, ferner die außer dem feuchten Sande auch namhafte Lößflächen umfassende Niederschlagsfläche der rechtsseitigen Seitengewässer des unteren San vom Szklo bis zur Reichsgrenze als „nordöstliches Sangebiet" (Bezirke Jaworuw und Cjeszanuw). Das mit Löß bedeckte, von der Wisznia durchflossene Gelände im Süden des Jaworuwer und im Osten des Przemysler Bezirks sei als „Lößgebiet an der Wisznia" bezeichnet (Bezirk Moscíska, Theile von Grudek und Rudki).

Das Gebiet des lehmigen Hügellands umfaßt weit über ein Drittel der 31 987 qkm großen Fläche, das westliche Gebirge weit über ein Fünftel, die sandige Weichselebene über ein Achtel, das südöstliche Hügelland über ein Elftel, das östliche Gebirge, das mittlere Sangebiet und das nordöstliche Sangebiet durchschnittlich je ein Fünfzehntel, das Lößgebiet an der Wisznia kaum ein Vierzigstel jenes ganzen Flächeninhalts. In der folgenden Tabelle sind die Prozentzahlen der Anbaustatistik für diese wirthschaftlichen Gebiete angegeben:

Wirthschaftliches Gebiet	Ackerland %	Wiese %	Weide %	Wald %	Sonstiges %
Sandige Weichselebene	46,5	10,8	11,2	28,4	3,1
Lehmiges Hügelland	59,7	6,8	8,9	20,9	3,7
Westliches Gebirge	43,6	7,7	16,2	27,3	5,2
Oestliches Gebirge	38,5	8,6	12,3	38,4	2,2
Südöstliches Hügelland	58,2	5,4	8,1	26,1	2,2
Mittleres Sangebiet	58,2	7,3	8,5	22,3	3,7
Nordöstliches Sangebiet	47,6	11,8	8,8	28,3	3,5
Lößgebiet an der Wisznia	59,1	10,7	8,4	18,4	3,4
Galizischer Antheil des Gebietsabschnittes .	52,3	8,0	10,8	25,2	3,7

Die Fruchtbarkeit des lehmigen Hügellandes, das großentheils mit Löß bedeckt ist, des Lößgebiets an der Wisznia, des südöstlichen Hügellandes und mittleren Sangebiets bewirkt hohe Prozentzahlen für die Ackerwirthschaft. Nach diesem die breite mittlere Zone der Gesammtfläche umfassenden Gebiete folgen die vorwiegend sandigen Flächen im Norden, zuletzt das Gebirgsland im Süden der Hügelzone. Die nördlichen sandigen Gebiete zeigen in Folge ihrer Fülle von Torfmooren die größten Prozentzahlen für Wiesen, und wegen der feuchten Niederungen steht das Lößgebiet an der Wisznia wenig hinter ihnen zurück. Das Gebirgsland hält sich auf der Durchschnittzahl; am wenigsten Wiese besitzt die Hügelzone, besonders im Südosten. Die großen Prozentzahlen des Weidelandes für das Gebirge zeigen, wie weit die Abholzung und Umwandlung des Waldes in Hutungen bereits um sich gegriffen hat, hauptsächlich im westlichen Gebirgsland. In der sandigen Weichselebene hat gleichfalls der Wald vielfach dürftigen Hutungen Platz machen müssen. Die Hügelzone und das nordöstliche Sangebiet weisen annähernd gleiche Prozentzahlen an Weideland auf, deren Größe verräth, daß im Hügellande die wirthschaftliche Ausnutzung des meist guten Bodens keine ausreichende ist. Einen reichlichen Waldbestand hat nur das östliche Gebirge;

das westliche Gebirgsland steht hinter den sandigen Flächen der nördlichen Zone zurück. Auch in der Hügelzone besitzt nur das südöstliche Hügelland, das theilweise zum Karpathischen Waldgebirge gehört, eine den Durchschnitt übertreffende Bewaldung.

Vergleicht man die Erntemengen der Hauptfrüchte Weizen, Roggen, Gerste und Hafer in den einzelnen wirthschaftlichen Gebieten mit einander, so ergiebt sich, daß beim Weizen das mittlere Sangebiet allen anderen voransteht, da 33,5% der geernteten Getreidemenge aus Weizen bestehen, im Lößgebiete an der Wisznia 15,8%, in der sandigen Weichselebene 14,1%, im lehmigen Hügellande 14,0% im nordöstlichen Sangebiete 11,7%, im südöstlichen Hügellande 10,1%, im westlichen Gebirge 7,3% und im östlichen nur 6,5%. An Roggen erntet das nordöstliche Sangebiet 52,8%, das Lößgebiet an der Wisznia 40,6%, die sandige Weichselebene 25,4%, das mittlere Sangebiet 23,7%, das südöstliche Hügelland 21,5%, das lehmige Hügelland 19,8%, das östliche Gebirge 13,5% und das westliche 9,9%. Die Gerstenernte ist verhältnißmäßig am größten im Lößgebiete an der Wisznia mit 23,1%, danach folgen die Weichselebene mit 21,5%, das lehmige Hügelland mit 20,1%, das mittlere Sangebiet mit 18,5%, das westliche Gebirge mit 14,8%, das südöstliche Hügelland mit 10,8%, das nordöstliche Sangebiet mit 10,7% und das östliche Gebirge mit 8,0%. Der Hafer bildet dagegen im östlichen Gebirge 72,0% des ganzen Getreideertrags, im westlichen Gebirge 68,0%, im südöstlichen Hügellande 57,6%, im lehmigen Hügellande 46,1%, in der Weichselebene 39,0%, im nordöstlichen Sangebiete 24,8%, im mittleren Sangebiete 24,3% und im Lößgebiete an der Wisznia 20,5%.

Offenbar macht sich beim Weizen im mittleren Sangebiete und in der Weichselebene die große Ausdehnung der fruchtbaren Flußniederungen geltend, im mittleren Sangebiete auch die Ergiebigkeit des Lößbodens zwischen Przemysl und Jaroslau. Ebenso ist in den übrigen Gebieten, welche mehr als 11% der Ernte an Weizen liefern, Löß in größeren Flächen vorhanden. Den Roggen bevorzugt man im Flachlande, namentlich in den beiden rechts vom unteren San und Wiar gelegenen Gebieten, aber auch in der Weichselebene. Bei der Gerste gelangt, ähnlich wie beim Weizen, deutlich zum Ausdruck, daß Lößboden und schlickreicher Niederungsboden besonders gute Erträge gewähren. Der Hafer, die genügsamste Getreideart, herrscht auf den ärmeren Böden unter ungünstigen klimatischen Verhältnissen im Gebirge und höheren Hügellande weitaus vor und nimmt auch auf den Sandflächen der Weichselebene die erste Stelle ein. Der Kartoffelbau spielt in den östlichen Gebieten eine größere Rolle als in den westlichen. Hülsenfrüchte und Kraut, ein Hauptnahrungsmittel der galizischen Bauern, werden überall gebaut, Klee besonders in den an guten Wiesen Mangel leidenden Gegenden. Flachs und Hanf gedeihen hauptsächlich gut in den östlich vom unteren San gelegenen Gebieten, Hanf namentlich im Lößgebiete an der Wisznia, nächstdem im östlichen Gebirge, wogegen im westlichen Gebirge der Flachsbau überwiegt. Zuckerrüben erzeugt nur das Hügelland im Westen und die Weichselniederung, jedoch in geringen Mengen.

c) Landeskultur im Gebirgs-, Hügel- und Flachland.

Die obere Grenze für den Anbau von Roggen, Gerste und Hackfrüchten liegt in den Beskiden auf + 600 bis 650 m, für den Anbau von Hafer auf etwa + 750 m, und bis zur gleichen Höhenlage (im Quellgebiete des San bis + 800 m) steigen die auch während des harten Winters benutzten Wohngebäude hinauf. An der Südseite der Hohen Tatra hat das Dorf Csorba + 829 m Höhenlage; Hafer wird noch bis + 900 m gebaut, in der auf + 6- bis 700 m gelegenen Popperniederung sogar gute Gerste und Weizen; Roggen, Kartoffeln und namentlich Hafer sind aber die Hauptfrüchte der flach gegen die Tatra ansteigenden Gehänge, deren Waldzone bei + 8- bis 900 m beginnt. Die günstige Lage des Popradthales auf der Leeseite der feuchten Luftströmungen sichert ihm einen verhältnißmäßig wärmeren Sommer mit weniger Regentagen, als ihn die Landstriche am nördlichen Hange der Zentralkarpathen und in den Beskiden besitzen. Schon die Zipser Magura hat ein wesentlich rauheres Klima, ebenso das Neumarkter Kesselthal. Aber auch hier ist der Sommer, obgleich nur kurz, so doch ziemlich warm, nicht kälter als in den östlichen Alpen, trotz der erheblich höheren geographischen Breite, deren Einwirkung sich namentlich durch größere Winterkälte bemerklich macht. Die Niederschläge des Popradthals sind sehr gering, am Nordhange der Tatra zwar reichlicher als am Südhange, jedoch weitaus schwächer als in den Alpen bei gleicher Höhenlage. Aehnlich wie das nördliche Gehänge der Zentralkarpathen verhält sich auch das gegen Norden abgedachte Beskidengebirge, wo gleichfalls auf einen spät beginnenden und früh endigenden, ziemlich warmen Sommer ein harter Winter von langer Dauer folgt.

Ein Blick auf die Höhenschichtenkarte (Bl. 4) zeigt, daß der Flächeninhalt des Berglandes, das höher als die Grenze des Haferanbaues und der ständigen Bewohnbarkeit liegt, im galizischen Gebirge nicht bedeutend ist. Thatsächlich steht die Bevölkerungsdichtigkeit in den Beskiden (78 Einwohner auf 1 qkm) kaum zurück hinter derjenigen des Flachlandes an der Weichsel und am San (80 Einwohner auf 1 qkm), während in der Hügelzone durchschnittlich 112 Einwohner auf 1 qkm kommen. Die dicht besiedelten Fluß- und Bachthäler des Gebirges reichen zur Aufnahme der Bevölkerung nicht aus; vielmehr hat dieselbe oft die Berglehnen bis zu den niedrigen Kämmen und Kuppen hinauf für den Ackerbau und für zerstreut liegende Ansiedelungen in Anspruch genommen. Die geringe Ergiebigkeit der Felder in den Hochlagen läßt die Bewohner darauf drängen, größere Flächen zur Ackerwirthschaft und zur Hutung des Viehes, das den besten Theil ihrer Habe bildet, dem Walde abzugewinnen. Die Bergweiden bedecken daher in den westlichen Beskiden fast ein Sechstel der Gesammtfläche, namentlich auch in den Hochlagen. Obwohl sie an steilen Hängen wegen der Abschwemmung und anderenorts wegen der Austrocknung der Bodendecke häufig bald zu mager werden, mögen die Bauern sie doch nicht entbehren und lassen nur mit Widerstreben neue Waldkulturen aufkommen. Gute Alpenweiden liegen bloß in der Hohen Tatra, wo jedoch ihre Ausdehnung durch die Steilheit des Hochgebirges beschränkt ist, ferner im Saybuscher Bezirke und im Karpathischen Waldgebirge, im Ganzen auf galizischem Boden 61 qkm, kaum ein Zwanzigstel der im Gebirgslande überhaupt vorhandenen Hutungsfläche.

Dieses Hindrängen der Gebirgsbevölkerung auf Gewinnung neuen Bodens, der weit besser dem Walde überlassen bliebe, ist vom wasserwirthschaftlichen Standpunkte aus den früher erwähnten Gründen zu beklagen, ebenso vom volkswirthschaftlichen, da die aufgewandte Arbeit an anderer Stelle weit besser lohnen würde. Im Hügel- und Flachlande Galiziens liegen noch große Flächen vortrefflichen Bodens, die nur ungenügend bewirthschaftet und ausgenutzt werden. Das Land ist keineswegs übervölkert und würde Nahrung für eine doppelte Einwohnerzahl bieten können. Aber die ungünstige Vertheilung des Grundbesitzes, der Mangel an Geldmitteln zur Einführung zweckmäßiger Kulturverbesserungen, die geringe Einsicht und Thatkraft vieler Besitzer und andere soziale Verhältnisse bewirken, daß die vorhandenen Bodenschätze großentheils brach liegen und Tausende von Menschen jährlich am Hungertyphus zu Grunde gehen oder auswandern. Neben den ausgedehnten Ländereien des Großgrundbesitzes, deren Eigenthümer meist nicht auf ihren Besitzungen leben und ihnen die erforderliche Sorgfalt öfters nicht in ausreichendem Maße zuwenden, sind die bäuerlichen Grundstücke in solcher Weise zerstückelt, daß der Besitz des Einzelnen die Ernährung seiner Familie nur schwer ermöglicht.

„Die Landwirthschaft liegt weit überwiegend in den Händen des Bauers und ist primitiv wie er selber", sagt der auf Galizien bezügliche Abschnitt des Werkes „Die Bodenkultur-Verhältnisse Oesterreichs" (Wien, 1868). „Dieser gestern erst befreite, äußerst genügsame Hörige bemüht sich wenig, mehr als seinen eigenen, ungemein beschränkten Bedarf zu erzeugen. Er hat kein Verlangen, durch rationelle Wirthschaft, selbst kaum durch sonstige Verwerthung seiner Arbeitskraft sich die Lage zu verbessern. Unter solchen Umständen läßt sich weder intensiver, noch mannigfaltiger Betrieb erwarten. Der Anblick des ungemein kleinen nothdürftigen Bauernhauses, baar fast aller Wirthschaftsgebäude, die Unterlassung fast jeder Düngung zeigen dem kundigen Fremden auf den ersten Blick, was er hier treffen mag. Nur in Westgalizien und namentlich im ehemaligen Krakauer Gebiete pflegt der Bauer zu düngen. — Auf der Bodenkultur dieser Länder lastet überdies noch jener Unsegen, den man hier als den Hauptgrund des Zurückbleibens der Kultur überhaupt bezeichnen muß; es ist dies der fast gänzliche Mangel des bürgerlichen Mittelstandes. Wohl wären die das ganze Gebiet überfluthenden Juden von jeher zur Uebernahme dieser Rolle berufen gewesen; aber der große Druck, in welchem sie bis vor Kurzem gehalten wurden, hat sie sehr einseitig und nicht immer zum Vortheil ihrer Brudervölker entwickelt. — Vor Abschaffung der Robot warf der große Grundbesitz eine gute und sichere Rente ab. Seit 1848 aber ist die Landwirthschaft ein gewöhnliches Gewerbe geworden und hat mit besonderen Schwierigkeiten zu kämpfen, deren gänzliche Beseitigung noch Jahrzehnte in Anspruch nehmen wird, und die mittlerweile die Rente des großen Feldbesitzes beinahe auf Null herabdrücken. — Die Grundzerstückelung findet in einem solchen Maße statt, daß die ursprünglich angemeldeten Theilungen von Seiten der Parteien binnen einigen Jahren um das 2- und 3-fache vermehrt wurden. Dies findet seine Erklärung darin, daß der kleine Landwirth seinen Besitz entweder möglichst unter seine zahlreichen Kinder, namentlich aus Anlaß von Heirathen, vertheilt, oder, durch Schulden gedrückt, Stücke davon verkauft. Die Folgen dieser

Zerstückelung sind für die Landeskultur durch intensivere Bewirthschaftung allerdings von nicht zu unterschätzendem Vortheil; allein es wird damit andererseits auch ein Bauernproletariat geschaffen und der Boden ausgesogen, indem die Meliorirungsmittel fehlen, welche einer Abnahme der Produktionskraft entgegenwirken könnten."

Obgleich in den letzten Jahrzehnten schon Vieles geschehen ist, bietet Galizien doch noch ein reiches Feld für landwirthschaftliche Meliorirungen aller Art. Die mit reicher Unterstützung aus öffentlichen Mitteln auf genossenschaftlichem Wege ausgeführten Deich- und Entwässerungsanlagen in den Niederungen der Weichsel und ihrer Nebenflüsse sind theilweise bereits auf S. 47/49, 56, 62 genannt worden oder werden im 2. Kap. der 2. Abth. dss. Bds. näher erwähnt. Andere Wassergenossenschaften haben sich zur Trockenlegung versumpfter Flächen gebildet, z. B. die Niskoer Genossenschaft am unteren San (1889 gegründet, 10,8 qkm Betheiligungsfläche) und die Genossenschaft zur Entwässerung der Rudniker Sümpfe etwas weiter oberhalb am linken Sanufer (1890 gegründet, 36,6 qkm Betheiligungsfläche). Ebenso sind in neuerer Zeit mit Beihülfe des Reichs- und des Kronlandes am linken Sanufer bei Jaroslau etwa 22 qkm sumpfige Ländereien entwässert, sowie an verschiedenen Stellen Flußbauten zur Verbesserung der Vorfluth, zum Schutze gegen Hochwasser und zur Sicherung der Ufergrundstücke gegen Abbruch ausgeführt worden, womit der Anfang zum planmäßigen Ausbaue der nichtschiffbaren Flüsse gemacht ist.

Der Moorkultur wird neuerdings große Aufmerksamkeit zugewandt nach dem Vorgange des Grafen Hompesch, der bei Rudnik im Bereiche der oben genannten Entwässerungsgenossenschaft auf besandetem und unbesandetem Moore große Flächen von Wiesen und Ackerland hergerichtet hat, auch die Korbflechtweiden für seine weithin bekannten Korbflechtereien zum Theil auf dem verbesserten Moorboden gewinnt. Wegen der bedeutenden Ausdehnung der Torfmoore in der Weichselebene und im nordöstlichen Sangebiet unterstützt der galizische Landesausschuß die Förderung solcher Kulturen durch Einrichtung von Versuchsstationen*) und Anstellung von Technikern. Nach den Angaben des in der Fußnote bezeichneten Berichtes war bis zum Jahre 1892 die Ausdehnung von Dränagen in Galizien, dessen dränagebedürftige Ackerflächen auf 10 000 qkm geschätzt werden, sehr gering. Es fehlte an geschulten Technikern und Arbeitern, sowie an Dränröhrenfabriken, wohl auch am Kapital, zumal die Herstellung der Vorfluthgräben meist erhebliche Kosten in Anspruch nimmt. In allen diesen Punkten hat neuerdings mit Unterstützung des Ackerbauministeriums der Landesausschuß fördernd gewirkt, besonders durch kostenfreie Entwürfe und Geldbeihülfe für bäuerliche Besitzer. So sind in den Jahren 1893/97 etwa 44 qkm Dränagen, nahezu 20 qkm Entwässerungsanlagen auf Privatgrundstücken und über 10 qkm Bewässerungsanlagen ausgeführt worden.

*) Der zur Jubiläumsausstellung in Wien (1898) erstattete Bericht des Lemberger Landesausschusses über das Meliorationswesen in Galizien beziffert die Ausdehnung der Moore in ganz Galizien auf rd. 580 qkm. Innerhalb des Weichselstromgebietes bestehen Moorkultur-Versuchsstationen in Rudnik, Ozomla (Bezirk Jaworuw) und Neumarkt, letztere für Torfstreuerzeugung.

d) Umfang und Art der Bewaldung.

Die gemeingefährlichen Folgen der zu weit getriebenen Abholzungen des Waldes zeigen sich besonders deutlich an der Gorczberggruppe, wo der Hochwald durch Raubwirthschaft großentheils verschwunden und wegen der beträchtlichen Höhenlage schwer wieder herzustellen ist, aber auch an zahlreichen anderen Stellen. Durch die früher erwähnten Wildbachverbauungen und Aufforstungen sucht man den Mißständen allmählich entgegenzuwirken. Daß die Beskiden ebenso gut ein Waldgebirge sein könnten (und es wohl auch ehemals waren) wie die ostgalizischen Karpathen, wurde bereits oben gesagt. Der vorzügliche Waldboden und die mäßige Erhebung des Gebirges begünstigen die Waldkultur in hohem Maße. Soweit eine forstmäßige Bewirthschaftung stattfindet, erfolgt sie meistens im Hochwaldbetrieb. Am besten bewaldet ist das Gebirge im Solagebiet, an der Babiagura, in den Ostbeskiden zwischen Dunajec und Poprad, sowie zur Linken des letzgenannten Flusses, ferner auf den langgestreckten Bergketten des Karpathischen Waldgebirges und in der Tatra.

Der westliche Theil des Gebietsabschnittes bis zum Dunajecgebiet, der nur eine geringe Flachlandsfläche umfaßt und ganz zu Galizien gehört, hat nur 25,5 % Waldfläche (1512 qkm), da die Westbeskiden stark entwaldet sind und das Hügelland überall schwache Bewaldung zeigt. Das Dunajecgebiet besitzt den größten Reichthum an Forsten, die 28,6 % seiner Fläche bedecken (1989 qkm); hier spielt die gute Bewaldung der Tatra eine große Rolle. Am waldärmsten ist der zwischen den Gebieten des Dunajec und San gelegene Gebietsantheil mit nur 21,7 % Waldfläche (1504 qkm), weil im Gebirge und Hügellande hier die Abholzung am weitesten vorgeschritten ist, während im Flachlande große Forsten liegen. Das Sangebiet mit 26,8 % Waldfläche (4525 qkm) übertrifft den Durchschnitt der ganzen Gebietsfläche in Folge der guten Bewaldung des Karpathischen Waldgebirges und des rechts vom Unterlaufe des Flusses gelegenen Flachlandes.

Hier liegen die ausgedehnten Forsten am rechten Ufer des Tanew und San in einer vielfach sumpfigen, reich bewaldeten Zone von 15 bis 20 km Breite und fast 100 km Länge, die größtentheils Privatbesitzern, theilweise aber auch der russischen Krone (Oberförsterei Bilgoraj) gehören: viele alte Bestände, die gut bewirthschaftet werden, meist Kiefern, auf besserem Boden aber auch Buchen und Eichen, auf den sumpfigen Flächen viel Erlen-Niederwald. Mehr noch finden sich Laubholz und Niederwald in den Gebieten der Lubaczowka und des Szklo. In den großen Forsten des sandigen Flachlandes zwischen San, Weichsel und Wisloka bildet die Kiefer im Hochwaldbetrieb die vorherrschende Holzart. Die Föhre des trockenen Sandes ist in Bezug auf Größe und Güte des Holzes ausgezeichnet. In den sumpfigen Nadelwäldern wird die Weißkiefer strauchartig; aus den dicken Moospolstern sprossen Vaccinien, Sumpfporst und Heidekraut empor. Der Flugsand ist theils pflanzenlos, theils mit gemeinem, öfters von Wachholderkrüppeln unterbrochenem Heiderich bedeckt. Außerdem bilden noch Birke und Stieleiche Bestände oder erscheinen im Kiefernwalde eingesprengt, und längs der Gewässer ziehen sich Schwarzerlenbestände hin. Im westlichen Flachlande kommen hauptsächlich die Forsten zur Linken des unteren Dunajec und bei Njepolomice in Be-

tracht, gleichfalls vorwiegend Kiefernbestände auf sandigem, Erlen und Birken auf sumpfigem Boden, in ersteren auf dem Löß jedoch auch Tannen, Fichten und Laubholz.

In der Hügelzone tritt der Wald nur selten in großen geschlossenen Beständen auf, neben der Fichte und Tanne besonders die Buche und Birke, in den kleineren Waldungen verschiedenartiges Laubholz, das als Nieder- und Mittelwald bewirthschaftet wird. Im Gebirge gesellen sich zu den Nadelhölzern häufig die Birke und Buche. Reine Buchen- und Eichenbestände sind im Westen nur ausnahmsweise, im Osten dagegen häufiger zu finden, Tanne und Fichte die vorherrschenden Holzarten; seltener ist die Kiefer. In geschlossenen Beständen kommt die Birke bis + 920, Buche und Ahorn bis + 1000 m, die Fichte bis etwa + 1350 m vor, in verkümmertem Zustande auch wohl bis + 1450 m. Zwar reichen zahlreiche Berggipfel über die auf + 1350 m anzunehmende Waldgrenze hinaus; doch sind ihre Flächen verschwindend klein gegen die tieferen Lagen; Krummholz wächst bis zum höchsten Gipfel der Beskiden (Babiagura + 1725 m). Die Legföhre erscheint in der Regel bei + 1400 m und bedeckt oft große Flächen; an der unteren Verbreitungsgrenze entwickelt sie sich üppig zu einem ansehnlichen Strauche. Die Zirbe steigt weder so tief noch so hoch wie die Legföhre; einst war diese „Königin der höchsten Region" so reich vertreten, daß ganz Polen und ein Theil Rußlands seine zur Aufbewahrung der Pelze bestimmten zirbenen Koffer von hier bezog, geht aber allmählich ihrem Verschwinden entgegen.

In der Tatra, besonders auf der Südseite, liegt die Waldgrenze höher als in den Beskiden, aber in Folge des langen kalten Winters nicht so hoch wie in den Alpen, da die mittlere Jahrestemperatur 0° auf etwa + 1700 m, in den Alpen dagegen auf + 2000 m anzunehmen ist. Der das Hochgebirge umrahmende Wald besteht fast ausschließlich aus Nadelhölzern, zumeist Tannen und Fichten, zwischen die sich an der oberen Waldgrenze viele Lärchen, an der unteren Waldgrenze des Südhanges auch Kiefern mengen. An günstigen Stellen steigen die geschlossenen Bestände über + 1500 m hinauf; an ungünstigen hört der zusammenhängende Wald schon bei + 1330 m auf, wo das bis + 1880 m, vereinzelt noch um 100 m höher wachsende Knieholz beginnt. In der unteren Waldzone bis + 1050 m herrscht die Tanne vor, in der oberen die Fichte. Ausnahmsweise findet sich die Fichte noch bis + 1580, die Lärche bis + 1490, die Kiefer bis + 1230, die Tanne bis + 1090 m, von den Laubhölzern, welche nur eingesprengt vorkommen, Birke und Bergahorn bis zur Grenze der Fichte, die Buche bis + 1180, die Erle bis + 1080 m. In der einen ungewöhnlich breiten und dichten Gürtel zwischen dem Bergwald und dem nackten Gesteine des Hochgebirgs bildenden Krummholzzone wächst die Zirbelkiefer von + 1330 bis + 1610 m. Oberhalb + 2000 m verschwindet jegliches Gesträuch, bald auch der Graswuchs unter den Trümmermassen, die von den zackigen Felswänden herabgestürzt sind.

e) Bewaldungsstatistik.

Im russischen Antheile der ganzen Waldfläche, zu welchem jene großen Forsten am Tanew größtentheils gehören, befinden sich 5,3% im Besitze der

Krone, 92,6 % im Privatbesitz; im ungarischen Antheile, der namentlich aus den Wäldern am Südhange der eigentlichen Hohen Tatra und auf den bis zu ihren hohen Spitzen bewaldeten Beler Kalkalpen besteht, gehören 7,6 % dem Staate, 40,3 % den Gemeinden und anderen Körperschaften, 52,1 % den Privatbesitzern. Laubholz nimmt im russischen Antheile 38,0, im ungarischen 22,4 % der Waldfläche ein. Als Niederwald werden bewirthschaftet im russischen Antheile 16,2, im ungarischen nur 0,9 %, als Hochwald im russischen Antheile 83,8, im ungarischen 99,1 %. Dieser Hochwald des Tatragebirgs ist jedoch theilweise so unzugänglich, daß er überhaupt keiner forstmäßigen Bewirthschaftung unterzogen werden kann, sondern vollständigen Urwald bildet, in dem nur das Alter und die Lauinen die Bäume fällen.

Innerhalb des galizischen Antheils unterscheiden wir die Waldungen nach vier Gruppen, von denen die erste die westlich vom Dunajecgebiete befindliche Gebietsfläche (Sola, Skawa, Raba und kleinere Gewässer), die zweite das Dunajecgebiet von der ungarischen Grenze ab, die dritte die östlich anschließende Fläche bis zum Sangebiet (Bren, Wisloka, Leng und kleinere Gewässer), die vierte das Sangebiet umfaßt. Die erste Gruppe ist ähnlich stark bewaldet (25,5 %) wie der galizische Gebietsantheil im Durchschnitt (25,2 %), die dritte Gruppe erheblich schwächer (21,7 %). Das Dunajec- und Sangebiet sind beide innerhalb Galiziens weniger stark bewaldet wie in Ungarn und Rußland, aber immerhin noch stärker als die beiden anderen Gebietsflächen, nämlich das Dunajecgebiet mit 27,2, das Sangebiet mit 26,2 %. In der folgenden Tabelle enthält Spalte 2 die Angaben über die Größe der Waldfläche zu Ende 1890, Spalte 3 bis 5 diejenigen über den Besitzstand, Spalte 6 und 7 diejenigen über die Holzart, Spalte 8 und 9 diejenigen über die Betriebsart, wobei unter der Bezeichnung „Niederwald" auch die als Mittelwald betriebenen Waldflächen einbegriffen sind. Spalte 10 und 11 geben an, wie weit der Betrieb nachhaltig oder aussetzend erfolgt, Spalte 12 und 13, wie weit die Wirthschaft systematisch geordnet oder empirisch ist. Spalte 14 enthält Mittheilungen über die Belastung der Wälder mit Servituten oder servitutsähnlichen Gemeinschaftsrechten. Des bequemeren Vergleichs wegen sind alle Angaben in Prozentwerthen ausgedrückt, welche sich auf die in Spalte 2 enthaltenen Flächenzahlen beziehen.

Gebietsantheil	Waldfläche	Besitzstand			Holzart		Betriebsart		Betrieb		Wirthschaft		Mit Servituten belastet
		Staat	Gemeinden	Private	Laubholz	Nadelholz	Hochwald	Niederwald	Nachhaltig	Aussetzend	Systematisch	Empirisch	
	qkm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Westlicher Antheil	1512	8,3	5,9	85,8	25,0	75,0	83,4	16,6	74,8	25,2	58,0	42,0	33,0
Dunajecgebiet . .	1307	6,0	8,1	85,9	25,5	74,5	81,6	18,4	59,5	40,5	36,7	63,3	24,3
Mittlerer Antheil .	1504	0,4	5,0	94,6	18,2	81,8	93,2	6,8	63,7	36,3	40,5	59,5	5,1
Sangebiet . . .	3749	2,7	5,8	91,5	53,8	46,2	73,5	26,5	38,8	61,2	34,0	66,0	8,3
Galizischer Antheil im Ganzen . .	8072	3,9	6,0	90,1	37,2	62,8	80,4	19,6	53,5	46,5	40,1	59,9	14,9

Die der Reichsverwaltung gehörigen Staatsforsten nehmen nur eine verhältnißmäßig geringe Fläche ein, abgesehen von den Bezirkshauptmannschaften Bochnia (Njepolomicer Forsten), N.-Sandec und Dobromil. Waldungen, welche den Gemeinden, kirchlichen Körperschaften und Stiftungen gehören, finden sich in den meisten Bezirken, am meisten im Bochniaer, Neumarkter, N.-Sandecer, Brzozuwer, Liskoer, Niskoer und Sanoker Bezirk. Die Privatforsten, seien es große herrschaftliche Waldungen, Guts- oder Bauernwälder, bilden überall den weitaus größten Theil der Waldfläche, ausgenommen den Bezirk Bochnia, in welchem nur ein Viertel der Waldungen im Privatbesitz steht, und den Bezirk Dobromil, wo fast die Hälfte dem Reiche und den Gemeinden gehört. Im westlichen Gebietstheile und im Dunajecgebiete, die vorwiegend aus Gebirgs- und Hügelland bestehen, verhält sich das Laub- zum Nadelholz annähernd wie 1 : 3, im mittleren Gebietstheile wie 1 : 4,5. Nimmt man jedoch bei letzterem die ganz überwiegend mit Nadelholz bestandenen großen Flachlandforsten der Bezirke Kolbuszuw, Mjelec und Tarnobrzeg aus, so ergiebt sich für den vorwiegend zum Hügellande und Gebirge gehörigen Rest das Verhältniß 1 : 2,7. Im Sangebiete herrscht das Laubholz vor, hauptsächlich in Folge der umfangreichen Nieder- und Mittelwälder in dem rechts vom unteren Flußlaufe ausgedehnten nordöstlichen Gebietsabschnitt, der jedoch auch größere Laubholz-Hochwaldbestände auf dem Lößboden besitzt. Ebenso ist in dem zum Bezirke Lisko gehörigen Karpathischen Waldgebirge sowohl der Laubholz-Hochwald als auch der Nieder- und Mittelwald je für sich bedeutend mehr verbreitet als das Nadelholz. Nach Abrechnung dieser Gebietsflächen verhält sich im Sangebiete indessen immer noch das Laubholz zum Nadelholze wie 1 : 1,3, und wenn man lediglich den Hochwald betrachtet, etwa wie 1 : 2,5.

Im Ganzen bildet der Hochwald nahezu vier Fünftel der Waldfläche, im mittleren Antheile bedeutend mehr wegen der großen Kieferforsten in der sandigen Weichselebene, im Sangebiete erheblich weniger. Sieht man vom Nieder- und Mittelwalde ab, so überwiegt überall das Nadelholz, aber um desto weniger, je weiter man von Westen nach Osten fortschreitet. Laubholz- und Nadelholz-Hochwald verhalten sich im westlichen Antheile wie 1 : 9, im Dunajecgebiet wie 1 : 10,5, im mittleren Gebietstheile wie 1 : 7,2, im Sangebiete wie 1 : 1,7, im Ganzen wie 1 : 3,5. Nachhaltiger Betrieb herrscht am meisten vor im Westen und in den Forsten des sandigen Flachlandes, aussetzender Betrieb im Sangebiete, besonders im Liskoer und Sanoker Bezirk. Systematisch geordnete Wirthschaft überwiegt nur im Westen und in einzelnen Bezirken der übrigen Gebietstheile (Neumarkt, Tarnobrzeg, Cjeszanuw, Jaroslau, Lancut), empirische Wirthschaft fast überall mehr oder weniger, namentlich aber im Gebirgs- und Hügellande des Sangebiets, wo nur ein Siebentel der ganzen Waldfläche forstmäßig bewirthschaftet wird.

f) Aenderungen der Waldfläche und ihrer Bewirthschaftung.

Aenderungen bei den Holzarten haben hauptsächlich in dem Sinne stattgefunden, daß an Stelle des Laubholzes das rascheren Gewinn bringende Nadelholz getreten ist, jedoch meist nur in geringem Umfange, abgesehen von den Flachlandwäldern der dritten Gruppe, wo die Kiefer und anderes Nadelholz das Laubholz häufiger ersetzt haben. In manchen gut bewirthschafteten Gebirgsforsten

mischt man den früher reinen Nadelholzbeständen eingesprengte Buchen bei. Vielfach ist der Laubholzhochwald durch Vernachlässigung des geregelten Betriebs nach vorherigem Kahlschlag in Niederwald umgewandelt worden, da man die Stockausschläge sich selbst überließ, besonders im östlichen Gebietstheile. Seltener wird der Niederwald allmählich in Hochwald übergeführt. Nachhaltiger Betrieb und geordnete forstmäßige Wirthschaft sind in den großen Waldungen während der ersten Hälfte dieses Jahrhunders, in den kleineren Waldungen überhaupt nicht zur Einführung gelangt. Die Kahlschlagwirthschaft herrscht vor, auch in den Gebirgsforsten. Da sich aber die Nachtheile ausgedehnter Kahlschläge in den Hochlagen und an steilen Berglehnen durch Abschwemmung oder Austrocknung des guten Waldbodens und Erschwerung der Nachzucht oft geltend gemacht haben, namentlich an der oberen Skawa und Raba, so wird dieses Wirthschaftverfahren neuerdings mehr und mehr durch Plänterwirthschaft an den gefährdeten Stellen ersetzt, worauf auch die behördlichen Anordnungen hinwirken. In den Gebirgsforsten des Sangebiets ist letzteres Verfahren schon seit längerer Zeit üblich; jedoch erfolgt auf etwa 200 qkm Forstfläche die Durchplänterung im Uebermaße.

Um dem Walde seine Streudecke zu sichern und den Forst gut hegen zu können, hat die Erzherzogliche Güterdirektion in Saybusch seit mehreren Jahrzehnten die Waldweide durch Ablösung der Servitute eingestellt und die Streunutzung bedeutend eingeschränkt. Auch auf anderen großen herrschaftlichen Besitzungen ist man ähnlich vorgegangen. Indessen findet im dichter bevölkerten westlichen Gebirge und Hügellande auch in den Waldungen des Großgrundbesitzes noch öfters vorübergehend Streunutzung und Weidegang statt. Die Landbevölkerung kann dort trotz strenger Handhabung der Forstgesetze von der übermäßigen Ausbeute der Streudecke und der Waldweide in den Bauernwäldern nicht abgebracht werden. Im östlichen Theile des Gebietsabschnitts liegt das Bedürfniß zu einer solchen Nebennutzung des Waldes wegen der geringeren Bevölkerungsdichtigkeit weniger vor. Am meisten verbreitet ist daselbst das Streurechen in der nördlichen Zone. Obgleich der arme Sandboden einer Verbesserung durch Waldhumus ganz besonders bedarf, wird die Waldstreu in den Gemeinde- und bäuerlichen Wäldern fast durchgehends, zum Theil auch in den herrschaftlichen Forsten in nachtheiligem Maße weggenommen, und erst seit neuester Zeit macht sich eine Einschränkung bemerklich. In den Gebirgsforsten des Sangebiets bestehen noch vielfach die Weideberechtigungen der Dorfschaften, welche im Westen meist abgelöst sind, gerade in den am stärksten bewaldeten und am schwächsten besiedelten Gegenden, da ohne die Ausnutzung der Forsten zur Viehweide keine genügende Zahl von Waldarbeitern zu erhalten sein würde. Aus der Tabelle auf S. 83 ergiebt sich, daß im Ganzen noch 14,9 % aller Waldungen mit Servituten belastet sind, hauptsächlich in den stärker bevölkerten westlichen Bezirken, im Osten besonders in den Bezirken Dobromil, Jaworuw, Krosno und Rzeszuw.

Bei Ablösung dieser Servitute in einigen westlichen Gebirgsforsten hatte man den Bauern größere Weideentgeltflächen zuweisen müssen, deren Entwaldung die Gesammtfläche der Forsten erheblich verringert hat. Ferner ist dies geschehen durch Auftheilung der ehemals in gemeinschaftlichem Besitze befindlich gewesenen Bauernwälder sowohl im Gebirgs- als im Hügellande, schließlich in besonders

großem Maße durch den Verkauf ausgedehnter Holzbestände seitens der geldbedürftigen Privatbesitzer an Holzhändler, welche alles irgend verwerthbare Holz schnell abtrieben, ohne für Nachzucht zu sorgen. Man schätzt, daß seit Anfang dieses Jahrhunderts der Waldbestand im Ganzen um etwa ein Zehntel verringert worden sei. Dabei ist zu beachten, daß bis in die fünfziger Jahre die Ausrodung eher begünstigt als erschwert wurde; aber auch nach Einführung der auf Erhaltung des Waldes hinzielenden Forstgesetze werden noch Mittel und Wege gefunden, um Abstockungen vorzunehmen, ohne neue Anschonungen an die Stelle zu setzen. Nicht selten wird auch der Wald durch Brände zerstört, die meist aus Unvorsichtigkeit, zuweilen aber durch Böswilligkeit entstehen. In den Jahren 1886/90 wurden 2,9 qkm Waldfläche im betrachteten Gebiete von Bränden betroffen. Der Holzverbrauch ist in Galizien selbst recht bedeutend, da die allgemein verbreiteten, in rohester Weise gezimmerten Blockhäuser der Landbevölkerung viel Bauholz erfordern, zumal sie häufig abbrennen, und da ferner das Holz vorzugsweise den Heizstoff der Einwohnerschaft bildet. Durch die Verbesserung des Wegenetzes und die Anlage der Eisenbahnen ist das Holz auch in früher unzugänglichen Gegenden zur Handelswaare geworden, so daß die besseren Verkehrsstraßen nicht unwesentlich zur Entwaldung beigetragen haben, ganz abgesehen von den für ihre Herstellung selbst erforderlich gewesenen Abholzungen. Im Dunajecgebiete allein hatte die Anlage der Transversalbahn die Beseitigung von etwa 15 qkm ehemaligen Urwaldes zur Folge. Gewöhnlich sind an Stelle des abgestockten Waldes Hutweiden getreten, außerdem im Gebirge vielfach Trieschfelder, die nach zweimaligem Haferanbau ein bis zwei Jahre lang brach liegen bleiben, im lehmigen Hügellande häufig Wiesen, im sandigen Flachlande öfters Ackerfelder von geringer Güte, die stellenweise nach einiger Zeit zu Sandwehen geworden sind.

Der aus diesen verschiedenen Gründen stattgehabten bedeutenden Verminderung des Waldbestandes entsprach nun aber früher keineswegs eine Aufforstung von ähnlichem Umfange. Oft setzt die Landbevölkerung einer solchen derartige Widerstände entgegen, daß sie sich nicht durchführen läßt. Außer den Kameralbesitzungen und einigen großen Herrschaften fehlt es meistens an leistungsfähigen Trägern der erheblichen Lasten, welche mit neuen Aufforstungen verbunden sind. Die Kleinbesitzer und viele größere Eigenthümer können und wollen kein Kapital festlegen, das erst nach längeren Jahren Renten bringt. Erst neuerdings hat die Staatsverwaltung begonnen, im Zusammenhang mit den früher erwähnten Wildbachverbauungen auch für Aufforstung gefährdeter Bruchlehnen Sorge zu tragen. Ebenso sind manche Großgrundbesitzer und einzelne Gemeinden mit Aufforstungen in bedeutendem Umfange vorgegangen. Während des Zeitraums 1886/90 wurden im Ganzen 89,1 qkm aufgeforstet und nur 14,0 qkm Waldfläche ausgerodet, was einen Waldgewinn von 0,93 % für die Zukunft darstellt. Von den Gebirgsbezirken zeichnet sich namentlich der Neumarkter durch 39,8 qkm Aufforstungen aus.

g) Einwirkung auf den Abflußvorgang.

Daß die Umwandlung des Waldes in Weide- und Ackerland auf Hochlagen und an steilen Gehängen die Geschiebebildung an vielen Stellen bedeutend ver-

mehrt, die Verschotterung der Gebirgsbäche und Gebirgsflüsse wesentlich gefördert, die Bodendecke ausgetrocknet oder der Abschwemmung preisgegeben und den raschen Abfluß der Niederschläge auf dem undurchlässigen Berglehm begünstigt hat, ist bereits früher erwähnt worden. In den noch vorhandenen Waldbeständen hat man die wasserwirthschaftliche Einwirkung des Waldes zwar vielfach durch Einschränkung der Streunutzung und Waldweide vortheilhafter gestaltet, andererseits aber durch Einführung der Kahlschlagwirthschaft in ehemaligen Urwäldern (z. B. im oberen Skawa- und Rabagebiet), durch übermäßige Durchplänterung (z. B. im Sangebiet), mehrfach auch durch ein Waldwegenetz mit zu starkem Gefälle manche Nachtheile in dieser Beziehung hervorgerufen, welche durch vorsichtige Plänterwirthschaft auf schutzbedürftigen Standorten, Anlage von Sickergräben und zweckmäßigeren Wegebau in den einer sorgsamen Pflege unterworfenen Forsten allmählich wieder ausgeglichen werden. Umfangreiche Entwässerungen sind nur in den sumpfigen Waldungen des Flachlandes durch Herstellung von Abzuggräben vorgenommen worden.

Freilich kann die beste Bewaldung bei außergewöhnlichen Niederschlägen das Entstehen großer Hochfluthen nicht verhindern. Solche sind in der Oberen Weichsel vorgekommen, als die Quellgebiete noch weit dichter als jetzt bewaldet und großentheils mit Urwald bedeckt waren, z. B. 1486, 1621, 1652, 1671 und 1756. Aber daß eine gute Bewaldung den raschen Abfluß des Hochwassers einigermaßen zu verzögern, die Versickerung zu erleichtern, günstig auf die nachhaltige Speisung der Quellen einzuwirken und die Geschiebebildung bedeutend abzuschwächen vermag, läßt sich im Gebirgslande des Gebietsabschnitts mit zahlreichen Beispielen belegen. Einige derselben mögen hier zum Schlusse erwähnt werden oder sind bereits früher erwähnt worden, namentlich der enge Zusammenhang, in dem die Verschotterung vieler Gebirgsbäche mit der Waldarmuth ihrer Quellgebiete steht. Auf S. 51 wurde mitgetheilt, daß im oberen Skawagebiete die Bystra ein sehr schotterreicher Bach sei im Gegensatze zu der Skawica, welche nur wenig Schotter in den Flußlauf bringt trotz ihres weit größeren Gefälles. Man hat nun beobachtet, daß bei einem starken Regenguß, der die Gebiete beider Bäche gleichmäßig betroffen hat, der Hochwasserabfluß aus dem gut bewaldeten Quellgebiete der Skawica doppelt so lange Zeit in Anspruch nahm als aus dem gleich großen, nur schwach bewaldeten Bystragebiet. Im Gebiete der zum Dunajec fließendenden Biala schwellen nach heftigen Niederschlägen, die auf längere Dürre folgen, die vorher fast trockenen Bäche, welche aus waldlosen Niederschlagsgebieten stammen, in kürzester Frist zu förmlichen Strömen an, da der thonige Untergrund der landwirthschaftlich benutzten Berghänge undurchlässig ist; dagegen bildet sich das Hochwasser in benachbarten Bächen mit gut bewaldeten Gebieten weder so rasch noch zu solcher Mächtigkeit aus. Im oberen Sangebiete, das im Allgemeinen sehr gut bestockt ist, treten die Hochfluthen nicht so schnell ein und richten keine so großen Verheerungen an wie z. B. im angrenzenden schwach bewaldeten und an gefährlichen Wildbächen besonders reichen Theile des Dnjestrgebiets. Wenn also auch der Wald die Entstehung großer Hochfluthen nicht verhindern kann, so vermag er doch ihre Nachtheile abzuschwächen.

1. Abtheilung. 3. Kapitel.

Der Nordabschnitt des Oberen Weichselgebiets.

(Przemsza- bis Sanmündung, links vom Strome.)

1. Bodengestalt.

Der Nordabschnitt des Oberen Weichselgebiets umfaßt 9563 qkm Flächeninhalt, wovon 974 auf die österreichischen Bezirke Chrzanuw und Krakau, 7142 auf das russische Gouvernement Kjelce und 1447 auf das Gouvernement Radom entfallen. Nach der hydrographischen Gliederung kommen auf das Rudawagebiet 331 qkm, auf das Szreniawagebiet 705 qkm, auf die Gebiete der Nidzica und aller kleinen Gewässer bis zur Nidamündung 2018 qkm, auf das Nidagebiet 3710 qkm, auf das Wschodniagebiet 1435 qkm, auf die Gebiete der Koprzywianka und der kleinen Bäche von der Nida- bis zur Sanmündung 1364 qkm. Der einzige größere Nebenfluß, den die Obere Weichsel von links empfängt, ist also die Nida. Mittelgroße Nebenflüsse sind die Szreniawa, Nidzica, Wschodnia und Koprzywianka. Bemerkenswerth erscheint, daß die Szreniawa, Nidzica und Nida kurz hintereinander auf einer nur 29,1 km langen Strecke in die Weichsel münden, deren linksseitige Gebietsfläche von Km. 145,7 bis 174,8, d. h. zu beiden Seiten der Dunajecmündung, einen Zuwachs von 5170 qkm erfährt (von 4696 auf 9866 qkm).

Die Nida bildet von der Mündung ihres rechtsseitigen Nebenbachs Mjerzawa ab die Grenze zwischen dem Vorlande des Sandomjerzgebirges und der Polnischen Platte. Weiter im Westen trennt das Rudawathal von der Platte ein scharf umgrenztes Hügelland ab, das nach der unterhalb seines östlichen Endes gelegenen Stadt Krakau benannt wird. Das Krakauer Hügelland, der südöstliche Theil der Polnischen Platte und der Haupttheil des Sandomjerzgebirges sind die Geländeabschnitte, aus denen sich die Gebietsfläche zusammensetzt. Auf ersteres entfallen nur etwa 600, auf die Polnische Platte 2900, auf das Sandomjerzgebirge und sein Vorland über 6000 qkm.

Das Krakauer Hügelland bildet von der Przemszamündung bis Krakau die Nordgrenze des Weichselthals. Im Norden wird es von den diluvialen

Niederungen begrenzt, die sich von der Bezirkshauptstadt Chrzanuw einerseits nach der Przemsza, andererseits über Krzeszowice nach dem Krakauer Thalkessel erstrecken und von der Eisenbahnlinie Oderberg—Krakau zur bequemen Entwicklung benutzt worden sind. Oestlich von Chrzanuw bezeichnen die Nebenbäche der Rudawa, später die Rudawa selbst den Thalweg. Während das Weichselthal bei der Przemszamündung auf + 228 m, bei Krakau an der Rudawamündung auf + 203 m liegt, erhebt sich der höchste Punkt der Niederungen im Norden des Hügellandes auf + 304 m. Die Kuppen der Hügel haben vielfach über + 350 m, ausnahmsweise über + 400 m Meereshöhe (höchster Punkt bei Plaza + 406 m). Trotz dieser geringen Höhenunterschiede macht die Landschaft doch, namentlich vom Weichselthale aus, den Eindruck eines reich bewegten Berglandes; weithin bilden die Burgruine Lipowjec, die Klöster Alwernia und Bjelany, der Kosciuszkohügel bei Krakau leicht kenntliche Merkpunkte. Geologisch in engem Zusammenhange mit der Polnischen Platte, ist der Kern des Hügellands aus den verschiedenen Gliedern der Trias und des Jura aufgebaut, zeigt aber auch ältere Sediment- und vulkanische Gesteine in reichem Wechsel. Die Juraberge bei Krakau—Bjelany und Czernichuw sind niedrigere, vom Haupthöhenzuge getrennte Erhebungen. Im westlichen Theile, in welchem der Muschelkalk vorherrscht, trennt das Chechlothal die gleichfalls niedrigeren Anhöhen bei Libianz ab.

Die Polnische Platte tritt bei Krakau mit einer Vorstufe, deren Breite sich rasch vermindert, an das Weichselthal und bildet von Nowe-Brzesko bis oberhalb der Nidamündung einen ziemlich steilen Abfall gegen dasselbe, mehrfach das Hochufer des Stromes. Auch von dort bis Pinczuw hat die Platte am rechten Ufer der unteren Nida einen scharf ausgeprägten Rand. Von Pinczuw ab kann das Thal der Mjerzawa als Grenze gegen das zum Sandomjerzgebirge gerechnete Gelände angenommen werden. Während das Weichselthal von der Rudawa- bis zur Rudnikmündung (unweit Nowe-Brzesko) von + 203 m auf + 187 m, von da bis zur Nidamündung auf + 171 m fällt, liegt der Südrand der Platte durchschnittlich auf + 250/280 m, die Vorstufe von Krakau bis zur Rudnikmündung auf + 220/230 m. Westlich von Krakau erhebt sich die Platte aus dem von der Rudawa und ihren Nebenbächen durchflossenen Thale mit bedeutendem Steilabfall schnell auf + 400/450 m und nimmt dann auf größere Fläche eine Höhenlage über + 450 mit einzelnen Erhebungen bis + 492 m an. Dort liegt zwischen den Quellen der Przemsza, Szreniawa, Pilica und Warthe der auf S. 14 erwähnte hydrographische Knotenpunkt. Eine etwas niedrigere Senke zwischen der Szreniawa und dem zur Pilica fließenden Unejuwkabache, die weiterhin gegen Norden von der Pilica, gegen Südosten von der Szreniawa durchflossen wird, trennt den am weitesten ostwärts vorgeschobenen Theil der Platte ab, dessen Höhenlage durchschnittlich + 300/350 m beträgt, am höchsten Punkte unweit Przisieka + 443 m. Dieser Theil dacht sich langsam gegen Südosten nach dem Rande des Weichsel- und unteren Nidathales ab. So wechselvoll die im Bd. I beschriebene geologische Beschaffenheit dieses Geländeabschnitts ist, so wenig kommt die Verschiedenheit des Aufbaues zur äußeren Erscheinung, wenigstens nicht innerhalb Oesterreichs. Tietze bezeichnet dies als eine „negative

orographische Eigenthümlichkeit" der Gegend.*) Die Westgrenze des Jura, der von Krakau nach der Warthequelle hin das westlich gelegene ältere Gebirge begrenzt, ist zwar eine Denudationsgrenze, zeigt aber im südlichen Theile keinen deutlichen Steilrand dieser jüngeren, den anderen Gebilden aufgesetzten Formation, sondern sanfte Uebergänge zu den Muschelkalkhöhen. Weiter nördlich im Przemsza-, Pilica- und Warthegebiet kommt dagegen der Steilrand nach Westen und Osten scharf zur Erscheinung.

Eine völlig andere Anschauung von der Landschaft gewinnt, wer einem der Thäler folgt, welche die süd- und südostwärts fließenden Wasserläufe in die Platte eingenagt haben. In den unteren Strecken sind diese Thäler größtentheils schluchtartig gestaltet und tief eingeschnitten in die Kalke und Dolomite der Juraformation. Wie Pusch („Geognost. Bschrbg. v. Polen", Bd. II S. 235) sagt, „stellen die Felsen theils große undurchbrochene steile Wände dar; theils sind sie mannigfaltig zerspalten und nehmen wunderliche Gestalten von Säulen, Thürmen und Pyramiden an. Die Formen erinnern an die, welche beim Quadersandstein vorkommen. Am schönsten, durch den malerischen Reiz ihrer Felsengebilde seit lange bekannt, sind die Thalschluchten der Rudawaquellbäche bei Krzeszowice und Szklary." Fast mehr noch gilt dies vom Thale des Prandnik, der unter dem Namen Bialucha bei Krakau in die Weichsel fließt. Das Prandnikthal ober- und unterhalb von Ojcuw, „eine Perle landschaftlicher und sagenhafter Romantik", wird als polnische Schweiz bezeichnet. „Noch auffälliger", sagt Pusch a. a. O., „sind die Felsen, welche auf der Hochebene senkrecht aus der Oberfläche der Erde hervorragen. Die blendend weißen Felsmassen von wunderbaren Gestalten leuchten weit in die Ferne, und der Reisende wird oft dadurch getäuscht, indem er Thürme und Schlösser zu erblicken glaubt. Meinem Gefühle nach haben diese Jurakalkfelsen jenem Theile der monotonen Hochebene allein einen anziehenden Charakter gegeben, und jeder Freund der schönen Natur wird gern zugestehen, daß diese Gegend (von Wolbrom gegen Krakau hin) einer der schönsten Striche von Klein-Polen ist."

Im östlichen Theile der Polnischen Platte besteht die Unterlage zumeist aus Mergel der Kreideformation, seltener aus tertiären Bildungen. Die Oberfläche ist jedoch hier größtentheils mit diluvialem Lehm und nach dem Südrande hin mit Löß bedeckt. In der Hauptsache erscheint dieser Theil der Polnischen Platte als eine weite Ebene, auf welcher sich zahlreiche flach geformte Bodenschwellen erheben.

Das Sandomjerzgebirge und sein Vorland begleiten das Weichselthal von der Nidamündung bis zur Mittleren Weichsel. Der Thalgrund liegt an der Nidamündung auf + 171, an der Wschodniamündung auf + 158, bei Sandomjerz auf + 144 m. Hier treten die Pfefferberge als zerklüfteter Steilabfall der Hochfläche mit + 236 m hart an den Strom, wogegen weiter oberhalb bis zum Wschodniathale der Steilrand des Höhenlandes längs der Niederung auf + 180/200 m, oberhalb des Wschodniathales dicht am Strome bei Polanjec

*) Tietze, „Die geologischen Verhältnisse der Gegend von Krakau". Jahrb. d. k. k. geologischen Reichsanstalt, Bd. XXVII, Wien 1888, S. 432.

auf + 262 m liegt. Im unteren Theile ist die am Bergvorsprunge bei Polanjec endigende Niederung von Stopnica noch mit einem ähnlich hohen Steilrande begrenzt; nach dem Nidathale hin nimmt die Höhe und Steilheit allmählich ab. Die durchschnittliche Höhenlage des von der Nida bis jenseits der Wschodnia ausgebreiteten südlichen Vorlandes des Sandomjerzgebirges beträgt + 250/300 m; unterhalb der Wschodnia ist das südöstliche Vorland schmäler und niedriger, etwa + 200/250 m hoch. Die geologische Unterlage, noch mannigfaltiger als auf der Polnischen Platte, da die ganze Schichtenfolge vom Silur bis zum jüngsten Tertiär vertreten ist, wird meistens durch diluviale Ablagerungen verhüllt, im Südwesten durch Sand, im Südosten durch Löß. Doch geben die schmalen Steilrücken und ausgezackten Felskämme der Kalke und Dolomite, sowie die abgerundeten Rücken der Grauwackenschiefer und Sandsteine der Landschaft vielfach ein gebirgiges Ansehen. Namentlich im nördlichen Theile treten mehrere Parallelketten, die von Westnordwest gegen Ostsüdost streichen, als förmliche Gebirgszüge aus der Umgebung hervor, deren mittlere Höhenlage auf + 250/300 m anzunehmen ist. Darüber erhebt sich die Lysagura mit einem bei den Klöstern zum Heiligen Kreuz und St. Katharina bis + 619 m (290 Saschen) hohen Kamme, welcher nördlich von der Gouvernementshauptstadt Kjelce die nach Iwangorod führende Eisenbahnlinie erreicht und bei St. Katharina von einem Quellbache der Schwarzen Nida durchbrochen wird.*)

Die südwestlich von Kjelce gelegenen Kalksteinhöhen bei Chenzin und Malogoszcz an der Nida überragen mit + 300 bis 368 m Höhe das Nidathal um 100 bis 150 m. Noch weiter westlich nimmt das Gelände am Quellbache der Nida mehr die Beschaffenheit einer Hochfläche an, deren größte Anschwellungen nicht viel über + 300 m ansteigen. Das dolomitische Dachgestein bildet bei Chenzin auf dem schwächer geböschten Sohlengestein des Muschelkalks scharfgratige, zackige, schmale Rücken. Auch die Berge des oolithischen Jurakalks in der Gegend von Malogoszcz erheben sich ziemlich steil und sind von kurzen felsigen Querthälern durchschnitten, zeigen aber keine so besonders auffallenden Felsen wie der dolomitische Jurakalk. Den ansehnlichen, jedoch stets zugerundeten Bergzügen des rothen Sandsteins fehlen gleichfalls fast überall ausgezeichnete Felsbildungen, abgesehen von den tief ausgenagten Querthälern. Aehnliches gilt von den aus Grauwacke und Quarzit aufgebauten Bergketten, bei denen indessen eine Bedeckung durch große Blöcke und flach gelagerte Bruchstücke ohne Zusammenhang öfters vorkommt. Im Gegensatze zu den engen, meist felsigen Querthälern sind die nordwest-südöstlich gerichteten, gefällarmen

*) Pusch (a. a. O. Bd. I S. 25) theilt ein Verzeichniß von barometrisch ermittelten Höhenpunkten in Pariser Fuß mit. Danach beträgt, auf Meter umgerechnet, die Meereshöhe

am höchsten Punkte der Lysagura beim Kloster zum Heiligen Kreuz (Quarzfels) . . . . + 589 m,
am höchsten Punkte des Berges Lyszicagura bei St. Katharina (Quarzfels) . . . . + 620 m,
auf dem Rücken der Kaminagura hinter Mjedzianagura (Quarzfels) + 394 m,
auf dem Rücken des Chenciner Schloßbergs (Uebergangskalkstein) . + 368 m,
auf der Spitze des Karczowkabergs bei Kjelce (Uebergangskalkstein) + 335 m.

Längenthäler zwischen den einzelnen Höhenzügen gewöhnlich weit, flach und mit Sand erfüllt, oft von bruchiger Beschaffenheit, z. B. das von Malogoszcz nach Przedborz (an der Pilica) ausgestreckte Längenthal. Von Pinczuw und Chmjelnik gegen Südosten verschwinden die Höhenzüge allmählich in der sandigen Fläche des Vorlandes. Das Lößgebiet im Südosten, das vom Wschodniathale ab bis zur Linie Opatuw—Sandomjerz an Breite wächst, besteht aus einer Ebene, die mit zahlreichen tiefen Schluchten zerrissen ist. Oft bildet der Löß 10 bis 30 m hohe Wände zu beiden Seiten der engen, übermäßig nassen Thalgründe, welche die vom Berglande zur Weichsel fließenden Gewässer ausgenagt haben.

2. Gewässernetz.

a) Uebersicht über das Gewässernetz.

Ueber die im russischen Gebietstheile befindlichen Gewässer ist so wenig bekannt, daß dieses Wenige ohne besondere Flußbeschreibungen, auf welche mindestens die Nida ihrer Bedeutung nach Anspruch machen könnte, hier bei der Schilderung des Gebietes beiläufig Platz finden soll. Das Thal der mittleren und unteren Nida bildet eine tiefe, gegen Süd-zu-Ost gerichtete Senke, gegen welche das Gelände von Westen und Osten her mehr oder weniger flach abgedacht ist, abgesehen von den kleineren Höhenzügen, die das mittlere Nidathal schräg kreuzen. Noch tiefer ist die Senke des Weichselthals, das mit einem mächtigen, Anfangs gegen Osten, zuletzt gegen Nordosten gerichteten Bogen den ganzen Gebietsabschnitt umzieht. Ferner sind wichtig die von Chrzanuw nach Krakau führende, das Krakauer Hügelland abtrennende, gegen Ost-zu-Süd gerichtete Senke und diejenige mit südöstlicher Richtung, welche die Szreniawa durchfließt. Läßt man das kleine Krakauer Hügelland außer Acht, so haben im westlichen Theile des Gebietes die Wasserläufe der Polnischen Platte vorherrschend südliche Richtung; bis nach Krakau hin werden sie von der die Chrzanuw—Krakauer Senke durchfließenden Rudawa, sodann von der Weichsel selbst aufgenommen. Zwischen Szreniawa und unterer Nida herrscht die südöstliche Richtung vor. Nach der mittleren Nida fließen wegen der bezeichneten Abdachung die Wasserläufe der Polnischen Platte gegen Osten, diejenigen des Sandomjerzgebirgs gegen Westen. Die unterhalb der Nida von links in die Weichsel mündenden Gewässer sind vorzugsweise südöstlich gerichtet und biegen um so mehr nach Osten ab, je mehr sich der Hauptstrom nach Norden dreht.

Die im äußersten Westen und im äußersten Osten befindlichen Quellgebiete haben die größte Höhenlage, die Rudawaquelle auf dem höchsten Theile der Polnischen Platte etwa + 480 m, die Quelle der Czarna-Nida unweit der Lysagura etwa + 450 m, während die Hauptquelle der Nida nahe an der Grenze zwischen der Polnischen Platte und dem Vorlande des Sandomjerzgebirgs auf + 300 m liegt. Da die Lauflänge der Nida bis zu ihrer Mündung unterhalb Nowogrud-Korczyn (+ 168 m) rund 141 km beträgt, so hat dieser Hauptfluß nur 0,936 ‰ mittleres Gefälle, sein 60 km langer Nebenfluß Czarna-Nida dagegen 3,98 ‰. Betrachtet man dessen Ursprung als Hauptquelle, so wäre die Lauflänge 146 km, das mittlere Gefälle 1,93 ‰. Im Vergleich zu den rechts-

seitigen Nebenflüssen der Weichsel, die zunächst ober- und unterhalb münden, ist dies Gefälle nicht bedeutend, da die Raba 4,27, der Dunajec 5,47, die Wisloka 2,53 ‰ aufweisen. Die übrigen, meist schlank verlaufenden linksseitigen Nebenflüsse haben stärkeres Gefälle (von der Nidzica abgesehen), das nicht gar weit hinter dem der Wisloka zurück bleibt oder dasselbe übertrifft; jedoch bloß die Rudawa ähnelt hierin den oberhalb der Wisloka mündenden Gebirgsflüssen.

Man darf daher wohl annehmen, daß bei starken Niederschlägen, welche annähernd gleichzeitig den Nordhang der Beskiden und das südliche Polen treffen, ebenso bei der Schneeschmelze, die Fluthwellen in den linksseitigen Zuflüssen langsamer fortschreiten als in der Raba und im Dunajec, deren weitaus größere Wassermassen die Führung des Scheitels der Hauptstromwelle übernehmen. Da aber die linksseitigen Gewässer meistens nur geringe Länge, tief eingeschnittene Thäler und in den oberen Strecken keine großen Ueberschwemmungsgebiete haben, die Fortpflanzung ihres Wellenscheitels also durch Ausfüllung von Niederungsflächen wenig verzögert wird, so dürfte der Zufluß aus ihnen wohl verhältnißmäßig rasch in die Weichsel gelangen und zur schnellen Ausbildung des vorderen Hanges der Fluthwelle des Hauptstroms beitragen. Eine Ausnahme macht wahrscheinlich bloß die Nida, deren flache Welle wegen der größeren Länge des zurückzulegenden Wegs und in Folge der Verzögerung durch das breitere Ueberschwemmungsgebiet mit ihrem Scheitel jedenfalls nicht früher, in der Regel sogar wohl später in die Weichsel gelangt, als der etwa 14 km oberhalb aus dem Dunajec eintreffende Fluthwellenscheitel an ihrer Mündung vorübergeht. Obgleich das Niederschlagsgebiet der Nida fast zwei Fünftel der ganzen Gebietsfläche des in Rede stehenden Abschnittes umfaßt und mehr als halb so groß wie das Dunajecgebiet ist, übt sie doch keine erhebliche, nur ausnahmsweise überhaupt eine wahrnehmbare Einwirkung auf die Form der Hauptstromwelle aus. Offenbar führt, namentlich bei Sommerhochfluthen, die Nida unverhältnißmäßig weniger Wasser ab als der Dunajec, weil das südpolnische Hügelland die Niederschläge zwar annähernd gleichzeitig, aber in weit geringerem Maße empfängt als die Beskiden.

Wir betrachten nunmehr zunächst die linksseitigen Nebenbäche des Stromlaufs von der Przemszamündung bis Krakau (Oberlauf), sodann die von Krakau bis zur Dunajecmündung (Mittellauf) mündenden linksseitigen Nebenbäche, hierauf die Nida und ihre Seitengewässer, schließlich die von links in den Weichselstrom zwischen Dunajec- und Sanmündung (Unterlauf) fließenden Bäche.

b) Linksseitige Nebenbäche des Oberlaufs.

Bei Km. 3,8 der Weichsel-Stationirung mündet der Chechlobach, der seinen Ursprung in der Chrzanuw—Krakauer Senke hat, dieselbe gegen Westen am Nordrande des Krakauer Hügellandes durchfließt und von Chrzanuw ab eine Lücke zwischen den Muschelkalkhöhen benutzt, um mit südlicher Richtung zur Weichsel zu gelangen. Im größten Theile seines Laufes fließt er durch diluviales Sandgelände, das mit großen Kiefernforsten bedeckt ist, und bringt ziemlich viel Sand in die Weichsel. — Der bei Oklensna (Km. 30,8) mündende Regulicebach kommt aus dem tief eingeschnittenen Thale bei Alwernia, das ungefähr die

Grenze zwischen dem Jura und Muschelkalk bildet. — Der oberhalb Czernichuw (Km. 45) mündende Rudnobach stammt aus dem Kalkgebirge des Jura, windet sich aber im unteren Laufe durch bruchiges Gelände des Diluvialsandes. — Auch die bei Bjelany (Km. 67,8) mündende Sanka hat innerhalb der Jurakalkberge starkes Gefälle, das beim Eintritt in das Lößgebiet rasch abnimmt, so daß hier ein 1,5 km breites Torfmoor bei Liszki entstanden ist.

Während der Chechlobach den zunächst Chrzanuw gelegenen Theil der nach Krakau ziehenden Senke entwässert, geschieht dies für den größeren östlichen Theil und das beiderseitige Höhenland durch die Rudawa und ihre Nebenbäche. Unweit der Chechloquelle kommt von der Polnischen Platte mit südlicher Richtung der Pazdewnikbach, der bis Krzeszowice den Thalweg gegen Osten verfolgt und dort in die gleichfalls mit südlicher Richtung von der Platte kommende, nach Osten umbiegende Krzeszowka mündet. Beim Dorfe Rudawa wiederholt sich dasselbe, da nunmehr die aus dem Zdolski- und Szklarybache entstandene Rudawa aus der südlichen in die östliche Richtung umbiegt und dem Thalweg-Wasserlaufe bis zur Mündung den Namen giebt. Von ihrer am meisten gegen Norden bei Przeginia liegenden Quelle (+ 480 m) bis zur Weichsel bei Km. 76,6 (rd. + 199 m) hat sie rund 281 m Fallhöhe, 41 km Lauflänge, 25 km Luftlinie, also 6,85 ‰ (1 : 146) mittleres Gefälle und 64,0 % Entwicklung. Im Oberlaufe gleicht sie, ebenso wie die übrigen mit südlicher Richtung in engen Thalschluchten von der Polnischen Platte kommenden Bäche, vollständig einem Gebirgsbache mit reißendem Gefälle. Im Unterlaufe vermindert sich dasselbe plötzlich bedeutend, und der breite Thalgrund ist häufigen Ueberschwemmungen ausgesetzt. Die felsigen Schluchten des Oberlaufs und der Seitengewässer geben Aufschluß über den verwickelten Bau der aus Gesteinen des Jura, Muschelkalks, Buntsandsteins und der Kohlenformation nebst Porphyr und Melaphyr bestehenden geologischen Unterlage der Polnischen Platte. Am Unterlaufe erstreckt sich links ein flacher, mit Löß bedeckter Thalhang; rechts steigen ziemlich steil die Jurakalkhöhen des Krakauer Hügellandes an. Die Thalsohle besteht hier aus breitem Alluvium, dessen übermäßige Nässe durch zahlreiche Entwässerungsgräben vermindert worden ist. Ihre stellenweise sumpfige Niederung bei Krakau, wo der Flußlauf zur Festungsvertheidigung einige Umgestaltungen erfahren hat, dehnt sich auf 1,7 km Breite aus.

c) Linksseitige Nebenbäche des Mittellaufs.

Von den linksseitigen Nebenbächen des Mittellaufs der Oberen Weichsel verdienen Erwähnung: die bei Km. 82 unterhalb Krakau mündende Bialucha, welche im Oberlaufe den Namen Prandnikbach führt, die bei Km. 89,3 mündende Dlubnia, der bei Km. 102,2 gegenüber Njepolomice mündende Koscjelnikibach (Wolica), endlich der Rudnikbach, welcher auf russischem Gebiete etwa bei Km. 117,6 in den Hauptstrom mündet. Die beiden ersten kommen in tief eingeschnittenen Thalschluchten von der Polnischen Platte, ähnlich wie die Seitengewässer der Rudawa. Das schöne Prandnikthal zeigt den Aufbau der Jurakalke und Juradolomite, das Dlubniathal die Lagerung der zur Kreideformation gehörigen Gesteine. Die beiden anderen Bäche entstehen am

Rande der Platte und sind in die Lößdecke eingeschnitten. Besonders malerische Formen besitzen die Felswände der Thäler innerhalb des dolomitischen Jurakalks, die eigentlich als tiefe und weite Gebirgsspalten zu betrachten, also nicht durch Erosion gebildet worden sind. (Pusch, a. a. O. Bd. II S. 235.) Wie auf S. 91 bereits erwähnt, ist das berühmteste Thal dieser Art das des Prandnikbaches, vorzüglich bei Piaskowa-skala, wo die Herkuleskeule einen oben keulenförmig starken, ganz frei auf einem schwachen Fuß aufruhenden Felsen bildet, der durch Zerspaltung immer schwächer zu werden scheint.

Wichtiger als jene Bäche ist die Szreniawa, deren feuchtes Wiesenthal im oberen Laufe den Kreidemergel und Gyps aufgeschlossen hat, im unteren Laufe vielfach über 1 km Breite zwischen den mit Löß bedeckten Hügellehnen besitzt. Von der bei Wolbrom, dicht neben dem Ursprunge der Weißen Przemsza, gelegenen Quelle (+ 400 m) bis zur Mündung bei Wituw (Km, 145,7 in rund + 176 m) hat ihr 80 km langer Lauf rund 224 m Fallhöhe, also 2,80 ‰ (1 : 357) mittleres Gefälle; die Entwicklung in Bezug auf die 62 km lange Luftlinie beträgt nur 29,0 %. Ihr aus sehr fruchtbarem Boden bestehendes Mündungsthal ist gegen die Ueberschwemmungen der Weichsel nicht geschützt. — Die Nidzica entspringt unweit Wjelki-Xionz dicht neben der zur Nida fließenden Mjerzawa, auf etwa + 290 m. Bis zur Mündung bei Piotrowice (Km. 154,2 in rund + 174 m) hat ihr Lauf rund 66 km Länge und 116 m Fallhöhe, also 1,76 ‰ (1 : 569) mittleres Gefälle. Seine Entwicklung in Bezug auf die 55 km lange Luftlinie ist noch kleiner als bei der Szreniawa (20,0 %), weil das Thal der Nidzica fast geradlinig gegen Südosten verläuft. Bis oberhalb Dzialoszyce ist es gefällreich und eng mit Steilwänden, welche unter der Lößdecke die Ablagerungen der Kreideformation zeigen. Auch die gleichfalls gefällreichen Nebenbäche, die sich fächerförmig mit der Nidzica vereinigen, liegen hier in tief eingeschnittenen Schluchten. Von Dzialoszyce ab ist das Thal oft über 1 km breit, mit meist flachgeböschten Wänden eingefaßt und mit Wiesen bedeckt, die vielfach durch übermäßige Näſſe leiden. Die Mündungsniederung der Nidzica entbehrt, ebenso wie diejenige der Szreniawa, des Schutzes gegen das Weichselhochwasser.

d) Die Nida und ihre Seitengewässer.

Bei der **Nida** unterscheiden wir den vorwiegend östlich gerichteten Oberlauf von der Quelle bei Moskarzow, die nur 6 km von der oberen Pilica entfernt ist, bis zur Vereinigung mit der Czarna-Nida bei Brzegi, sodann den nahezu südlich gerichteten Mittellauf bis zur Mjerzawamündung oberhalb Pinczuw, schließlich den gegen Südsüdost gerichteten Unterlauf, der bei Zukowice gegen Osten umbiegt, bei Korczyn nur 0,5 km von der Weichsel entfernt ist, aber erst 6 km unterhalb bei Km. 174,8 in dieselbe mündet. Ihre Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse ergeben sich aus der Tabelle auf S. 96, welche zugleich auch diejenigen des wasserreichen Nebenflusses Czarna-Nida mittheilt.

Nur der Oberlauf hat ziemlich starkes, die Czarna-Nida sogar recht starkes Gefälle. Nach Vereinigung dieser beiden Ursprungsflüsse ist das Gefälle dagegen gering. Auch die Entwicklung besitzt nur im Oberlaufe und mehr noch bei der Czarna-Nida bedeutende, von der gewundenen Gestalt des Flußthales vorzugs-

Flußstrecke	Höhenlage + m	Fallhöhe m	Lauflänge km	Mittleres Gefälle ‰	 1 : x	Luftlinie km	Entwicklung %
Quelle—Czarna-Nidamündung	300 211	89	55,0	1,62	618	34,0	61,8
Czarna-Nidamündung—Mjerzawamündung	211 195	16	35,0	0,457	2190	25,0	40,0
Mjerzawamündung—Mündung	195 168	27	51,0	0,529	1890	37,0	37,8
Im Ganzen	—	132	141,0	0,936	1070	85,0	65,9
Czarna-Nida	450 211	239	60,0	3,98	251	29,0	106,9

weise bedingte Größe. Das breite Thal des Mittel- und Unterlaufs ändert die Richtung weniger, so daß hier die Entwicklung hauptsächlich von den Schlangenwindungen des Flußlaufs hervorgebracht wird.

Im Oberlaufe fließt die Nida ostwärts durch ausgedehnte, mit großen Forsten bedeckte Sandniederungen, die sich zwischen den flachen Bodenschwellen der vorquartären Gesteine weithin erstrecken, durchschneidet dann mit einem kurzen Querthale den Kalkhöhenzug unweit Malogoszcz gegen Nordnordosten, biegt aber gleich danach gegen Süden ab, schräge durch das Kalkgebirge. Auch im Anfange des Mittellaufs wird das Thal zu beiden Seiten noch von ansehnlichen, bis zu 150 m aufsteigenden Hügeln der schräge gekreuzten Parallelketten besäumt, erweitert sich indessen stellenweise auf 2 km. Von Korytnica ab nimmt die Höhe der Thalwände allmählich ab und die Breite der Thalsohle zu. An der Mjerzawamündung erreicht die Nida den Ostrand der Polnischen Platte und folgt demselben bis oberhalb Korczyn. Zur Linken wird ihr 2 bis 3 km breites Thal bei Pinczuw durch 100 m hohe Kalksandsteinberge, sodann durch niedrigere Höhenzüge begrenzt, die schon oberhalb des Städtchens Wislica sich in welligem Flachlande verlieren, dessen Anschwellungen am Rande der Stopnicaer Niederung auf 2 km Abstand von der Nida etwa 20 m über dem Thalgrunde liegen. Ueber die Eindeichungen der Weichsel zur Rechten und Linken der unteren Nida finden sich einige Angaben im 2. Kap. der 2. Abth. dieses Bandes. Die Mündungstrecke hat zwischen 3 m über Mittelwasser hohen Ufern etwa 60 m Breite, was für die bordvolle Abführung des Nidahochwassers wohl genügen würde, da in Korczyn die größten Anschwellungen nicht höher steigen. Der Weichseldeich führt daher an der Nida nur so weit aufwärts, wie erforderlich ist, um den Rückstau des an der Mündung bis zu 1,5 m höher anschwellenden Weichselhochwassers von der Niederung abzuhalten. Oberhalb Korczyn sind die Ufer am ganzen Unterlaufe und zumeist auch am Mittellaufe niedrig, so daß der aus ertragreichen Wiesen bestehende Thalgrund bei Hochwasser weithin überschwemmt wird. Durch Uferabbrüche belädt sich der Fluß mit viel thonigen Sinkstoffen und feinem Sande, welcher die Sohle der unteren Strecken bedeckt und bei niedrigen Wasserständen zahlreiche Untiefen bildet.

Flößbar ist die Nida bei höheren Wasserständen schon vom Oberlaufe ab und wird viel zur Holzverfrachtung benutzt. Um die Kalksteinbrüche unterhalb Korytnica (bei Rembuw, Kije und anderen Orten am linken Ufer), die bei Samostrzaluw befindlichen Lager von Granitfindlingen und den unweit Pinczuw gebrochenen harten weißen Kalksandstein (bei Kopernia, Nowawjes und Skowronna am linken Ufer) nach der Weichsel verfrachten zu können, ist im internationalen Protokolle über die Weichselstromregulirung von 1896 die Schiffbarmachung der unteren Nidastrecken als wünschenswerth bezeichnet. Wie in Abth. 2 Kap. 2 erwähnt, war der Fluß ehemals mindestens von Pinczuw ab schiffbar. Korczyn soll vor 4- bis 500 Jahren eine viel bedeutendere Stadt mit großem Getreidehandel und lebhafter Schiffahrt gewesen sein, während es jetzt ein Städtchen mit wenig über 3000 Einwohnern ist, immer noch der Marktort für die fruchtbare Umgegend, aus dem im Frühjahre bei günstigen Wasserständen zuweilen Weizen auf der Weichsel versandt wird.

In ihrem Oberlaufe erhält die Nida aus dem südwestlich des Malogoszczer Kalkhöhenzugs gelegenen Längenthale von links den südöstlich gerichteten Lipnicabach, sodann beim Austritt aus dem Querthale unweit Malogoszcz die im Triasgebirge östlich von Lopuszno entspringende Losina (Losnia), deren untere Strecke das von Malogoszcz nach Przedborz ziehende Längenthal durchfließt nach Aufnahme eines aus demselben kommenden Nebenbachs, dessen Quelle dicht bei Lopuszno liegt. — Das Niederschlagsgebiet des Oberlaufs der Nida beträgt 1023 qkm, wird aber durch die Vereinigung mit der Czarna-Nida um 1186 qkm vergrößert. Der rechtsseitige Quellbach dieses wichtigsten Zuflusses entspringt im Längenthale nordöstlich von der Hauptkette des Sandomjerzgebirges, durchbricht die Lysagura in einer engen Felsschlucht nahe bei St. Katharina und fließt alsdann mit scharfen Windungen zunächst gegen Südsüdwesten, dann gegen Westen schräge durch die zwischen Kjelce und Chenzin gelegenen Parallelketten. Vom Südhange der Lysagura kommen außer dem linksseitigen Quellbache, welcher dieselbe Richtung gegen Westen verfolgt wie der Unterlauf, noch mehrere kleinere Bäche, die von den beiden genannten Hauptquellbächen aufgesammelt werden. Den nördlichen Theil des Niederschlagsgebietes entwässert die unweit Chenzin von rechts in die untere Czarna-Nida mündende Bobrzyca, deren Ursprung, nur 3 bis 4 km von dem des Hauptquellbachs entfernt, gleichfalls im Norden der Lysagurakette gelegen ist. Ihr zunächst westlich gerichteter Lauf biegt bald nach Süden um und behält diese Richtung bis zur Mündung bei. An einem ihrer linksseitigen Nebenbäche liegt die Gouvernementshauptstadt Kjelce.

Die im Norden des Quellgebietes der Czarna-Nida befindlichen waldigen Hügel bilden einen hydrographischen Knotenpunkt, von welchem die Gewässer südlich zur Nida, westlich zur Pilica, nördlich zur Radomka und östlich zur Kamjenna fließen. In derselben Gegend wird bei Skarzysko*) die über Kjelce führende Eisenbahnlinie Dombrowa—Iwangorod—Lukuw von der Eisenbahnlinie Koluszki—

*) Der Kreuzungsbahnhof, früher nach der kleinen Ortschaft Bzin benannt, führt seit 1896 die amtliche Benennung Skarzysko.

Ostrowjec gekreuzt, deren Verlängerung bis Zawichost in Aussicht genommen ist. Die erstgenannte Bahnlinie durchschneidet das Nidagebiet in seiner ganzen Breite, folgt von Bialogon unweit Kjelce dem Thale der Bobrzyca bis zur Mündung, überkreuzt die Nida unterhalb Brzegi und zieht sich dann über Jendrzejuw (Andrejew) in das Thal der Mjerzawa, das sie aber bald wieder verläßt. Man hat bei der Anlage dieser Eisenbahn die Thäler eher vermieden als aufgesucht, weil ihr vielfach sumpfiger Boden größere Schwierigkeiten für den Bau geboten hätte als das wellige Höhenland; auch die Landstraßen halten sich überall auf dem Höhenlande. Die Mjerzawa entspringt nahe bei Wjelki-Xionz in geringem Abstande von der Nidzicaquelle, beschreibt einen scharfen Bogen gegen Norden und fließt dann mit östlicher Richtung am Nordrande der Polnischen Platte entlang zur Nida, in welche sie oberhalb Pinczuw mündet. Ihr 524 qkm großes Niederschlagsgebiet gehört hauptsächlich der mit Löß bedeckten Platte an.

e) Linksseitige Nebenbäche des Unterlaufs.

Von der Nida bis zu dem oberhalb Polanjec an die Weichsel tretenden Vorsprunge des Vorlandes des Sandomjerzgebirges dehnt sich die große Niederung von Stopnica aus, in welche einige kleine Wasserläufe von den umrandenden Höhen münden, ohne genügende Vorfluth zu finden, weshalb hier ausgedehnte sumpfige Wiesen an der Thalwand entlang liegen. Die Hauptentwässerung wird durch einen Grabenzug bewirkt, der oberhalb Podskale bei Km. 218,2 in die Weichsel mündet. Kurz unterhalb bei Km. 222,2 ergießt sich die Wschodnia in den Hauptstrom (rd. + 155 m). Ihr 2 bis 3 km breites Mündungsthal ist dem Rückstaue aus der Weichsel ausgesetzt, da die Eindeichung der Niederung von Tursko—Osjek erst an dem jenseitigen Vorsprunge des Höhenlandes bei Tursko-male beginnt. Etwa 5 km oberhalb der Mündung bei Polanjec empfängt die Wschodnia von links einen Nebenfluß, der größere Bedeutung als sie selbst besitzt, die Czarnawoda. — Die Wschodnia entspringt auf den Hügeln bei Chmjelnik auf + 280 m, hat also bis zur Mündung rund 125 m Fallhöhe, bei 58 km Lauflänge 2,16 ‰ (1 : 464) mittleres Gefälle und in Bezug auf die 43 km lange Luftlinie 34,9 % Entwicklung. Diese Entwicklung beruht vorzugsweise auf den Windungen des Flußlaufs, da ihr Thal bis Karguw ziemlich schlank gegen Ostsüdost und im Unterlaufe nahezu gegen Osten gerichtet ist. Bei Karguw nähert sich ihr rechts der gleichfalls unweit Chmjelnik entspringende Sanizabach, der auf lange Strecke mit ihr parallel läuft, ebenso der von der Kreisstadt Stopnica kommende Stopnicabach, welcher erst nach 13 km langem Laufe in demselben 2 km breiten, sumpfigen Wiesenthale in die Wschodnia mündet. — Die Czarnawoda (Schwarzwasser) entsteht bei Rakuw aus zwei Quellbächen, der Lukowka und Lagowica. Die Quellen der ostwärts gerichteten Lukowka liegen östlich von Daleszyce in den Thalsenken, deren moorige Beschaffenheit dem Wasserlaufe wohl zu seinem Namen „Schwarzwasser“ verholfen hat. Die von Laguw südlich gerichtete Lagowica entspringt am Samkowaberge und durchschneidet mit zahlreichen Krümmungen die Parallelketten des Grauwackengebirges. Nimmt man ihren Ursprung als Hauptquelle (+ 320 m) an, so hat die Czarnawoda bis zur Einmündung in die Wschodnia bei Polanjec

(+ 158 m) 162 m Fallhöhe auf 72 km Lauflänge, also 2,25 ‰ (1 : 444) mittleres Gefälle, und auf 40 km Luftlinie 80,0 % Entwicklung.

Durch die Niederung von Tursko—Osjek fließen nur unbedeutende Bäche in die Weichsel. Von Bedeutung ist dagegen die Koprzywianka, welche am Ende der bei Swiniary beginnenden Niederung von Koprzywnica in den Hauptstrom mündet (bei Km. 258,3 in rd. + 145 m). Ihre Quelle (+ 310 m) liegt auf der am Samkowaberge beginnenden, ostwärts gegen Opatuw ziehenden Hügelkette. Von hier fließt sie bis Klimontuw gegen Südosten, vereinigt sich daselbst mit einigen südlich und östlich gerichteten Bächen, biegt alsdann südwärts ab bis zur Mündung des von Bogoryia gegen Osten laufenden Wianzownicabachs und schlägt zuletzt gleichfalls östliche Richtung ein. Ihr Thal ist meistens schmal und tief eingeschnitten, so daß das Gestein der Unterlage des Löß an den Thalwänden vielfach zum Vorschein kommt. Bei 62 km Lauflänge, 40 km Luftlinie und 165 m Fallhöhe zwischen Quelle und Mündung hat sie 2,66 ‰ (1 : 376) mittleres Gefälle und 55,0 % Entwicklung. — In den unteren Theil der Niederung, welcher besonders eingedeicht und nach dem Dorfe Skotniki benannt ist, ergießen sich die Goryczanka und zwei kleinere Bäche, welche durch enge Schluchten vom Höhenlande kommen und wegen unzureichender Vorfluth das Gelände längs der Thalwand versumpft haben. — Unterhalb der Pfefferberge bei Sandomjerz fängt die Niederung von Dwikozy an, deren Entwässerung durch die jenseits der Sanmündung in die Weichsel fließende Opatowka erfolgt.

3. Bodenbeschaffenheit.

Der zum Gebietsabschnitte gehörige Theil der Polnischen Platte zeigt nur am westlichen, dem Gebiete der Weißen Przemsza benachbarten Ende Gesteine der Kohlenformation und Trias, ebenso in der westlichen Hälfte des Krakauer Hügellandes. Die lehmige Verwitterungsrinde dieser Gesteine liegt nur auf den Anhöhen inselartig zu Tag. Dagegen ist die weitaus größere Fläche des niedrig liegenden Geländes von der unteren Przemsza ostwärts, etwa bis zur Linie Czernichuw—Krzeszowice mit einer mächtigen Decke von Diluvialsand verhüllt, abgesehen von der Alluvialniederung des Weichselthals und anderen weniger umfangreichen Alluvialbildungen. Während hier am westlichen Ende der Löß nur in kleinen Partien an den flacheren Gehängen der Hügel vorkommt, bedeckt er weiter ostwärts den südlichen Rand der Platte und die Vorstufen bis zur Alluvialniederung des Hauptstroms auf große Breite und in bedeutender Mächtigkeit. Bis zu der von Krakau über Skala nach Wolbrom ziehenden Linie treten vielfach die Juragesteine an die Oberfläche. Oestlich von dieser Linie, also in den Gebieten der Dlubnia, Szreniawa, Nidzica und in dem südwestlichen Nidagebiete ist die aus Mergel der Kreideformation oder aus tertiärem Thon bestehende Unterlage großentheils mit diluvialen Lehmböden, besonders in weiter Ausdehnung mit Löß bedeckt. Der Boden zeichnet sich durch Fruchtbarkeit aus, die jedoch von der Undurchlässigkeit des Untergrundes überall dort nachtheilig beeinflußt wird, wo es wegen zu flacher Lage an Vorfluth gebricht. In den Flußthälern tritt das im durchlässigen Löß versickerte Wasser oft überreichlich in Quellenform zu Tag und verursacht Sumpf-

oder Moorbildungen. „Wo die hohe Lehmbedeckung fehlt", sagt Pusch (a. a. O. Bd. II. S. 425), „bildet der Kreidemergel einen nicht sehr mächtigen, schwarzen, mit vielen Kreidebröckchen gemengten, beim Regen leicht aufweichenden, fetten und schweren, beim Austrocknen stark zerspaltenden und sehr stark erhärtenden Boden, der in Polen den Namen rendzina führt und an Fruchtbarkeit nur von der schwarzen Steppenerde Podoliens übertroffen wird. — Düngung erfordert dieser Boden fast gar nicht; dagegen erschwert er sehr die Ackerarbeit, und es ist nichts Seltenes, 6 Ochsen vor einem Pfluge zu sehen. In den holzarmen Gegenden zwischen Krakau und der Nida, wo der Dünger und das Stroh die Stelle des Brennholzes ersetzen müssen, wird, wenn der Boden ermattet, selbst absichtlich ein Theil des zersplitterten Kreidemergels mit dem Pflug emporgehoben, um die Kraft des Bodens wieder zu verstärken".

Das Sandomjerzgebirge weist in der Hauptkette (Lysagura) und ihrer südwestlichen Parallelkette Grauwacke auf, nordöstlich davon rothen Sandstein, im Südwesten Kalk- und Sandsteine nebst Thonen der Triasformation, sodann Kalke und Dolomite des Jura, im Vorlande meistens Kreide- und Tertiärbildungen. Kalkstein und Dolomit zeigen die schroffsten Formen, oft ganz schmale Felsenkämme, z. B. bei Chenzin. Grauwacke und Sandstein besitzen abgerundete Bergzüge und Kuppen, die selten den nackten Fels hervortreten lassen, sondern meistens mit einer dünnen Verwitterungsschicht bedeckt sind. Sowohl diese, als auch die von den übrigen vorquartären Gesteinen gebildeten Böden eignen sich meistens besser zur Holzzucht als zum Ackerbau, wie die Ueberreste der ehemaligen üppigen Wälder darthun. Den breitesten Raum nehmen indessen die zwischen den Parallelketten ausgestreckten Längenthäler ein, welche von den Wasserläufen meist schräge durchschnitten werden. Ihr geringes Gefälle bringt es mit sich, daß der sie erfüllende lehmige oder sandige Diluvialboden vielfach bruchige Beschaffenheit angenommen hat oder mit Torfmoor überdeckt ist. Seltener bildet er Flugsandschollen mit feinkörnigen, fast staubartigen Quarzkörnern, z. B. zwischen Pinczuw und Busko, zwischen Pjerzchnica und Rakuw, westlich von Chmjelnik nach Piotrkowice hin. Im südöstlichen Vorlande des Gebirges ist die geologische Unterlage fast allenthalben mit einer 10 bis 30 m mächtigen Lößschicht bedeckt, die von Wislica, Polanjec und Sandomjerz nordwärts bis nach Busko, Rakuw, Laguw und Opatuw reicht: sehr fruchtbarer Boden von ebener Beschaffenheit mit tief eingerissenen, oft schluchtartigen Thälern, deren Sohle gewöhnlich übermäßig feucht und häufig versumpft ist. Beiläufig sei noch bemerkt, daß im Striche Laguw—Kjelce—Mjedzianagura zahlreiche Eisenerzgruben, bei letzteren Orten auch Blei- und Kupfererzgruben, zwischen Kjelce und Chenzin Marmorbrüche, bei Pinczuw die früher bereits erwähnten Kalksandsteinbrüche liegen, wie denn fast überall im Sandomjerzgebirge und auch in seinem Vorlande Gelegenheit zur Eröffnung guter Steinbrüche geboten ist.

4. Anbauverhältnisse. 5. Bewaldung.

Von der 9563 qkm großen Fläche des Gebietsabschnittes gehören nur 974 zu Oesterreich, 8589 zu Rußland, hiervon wieder der größte Theil zum

Gouvernement Kjelce. Im österreichischen Antheile, der die Bezirke Krakau und Chrzanuw (größtentheils) umfaßt, werden 57,5 % als Ackerland, 8,7 % als Wiese, 8,1 % als Weide, 21,0 % als Wald benutzt, im russischen Antheile 57,7 % als Ackerland, 6,7 % als Wiese, 8,2 % als Weide, 21,5 % als Wald, also annähernd gleiche Prozentzahlen. Von der 2051 qkm großen Waldfläche, die etwa 21,4 % der ganzen Gebietsfläche beträgt, befinden sich 23,1 % im Besitze des Staats, 5,2 % im Besitze von Gemeinden, 71,7 % im Privatbesitze. 31,3 % bestehen aus Laub-, 68,7 % aus Nadelholz. 76,7 % gelten als Hochwald, 23,3 % als Niederwald. Die Staats- und Gemeindewaldungen liegen fast ausschließlich im russischen Theile des Gebiets. Die Bewaldung ist indessen sehr ungleichmäßig vertheilt. Ausgedehnte Forsten liegen nur in den sandigen Niederungen am westlichen Ende (österreichischer Bezirk Chrzanuw) und im nördlichen Nidagebiete, sowie auf einigen Höhenzügen des Sandomjerzgebirges. Die mit Lehm und Löß bedeckten Flächen sind dagegen sehr arm an Wald; in den Kreisen Mjechuw, Stopnica und Sandomjerz macht sich der Holzmangel an manchen Orten so fühlbar, daß getrockneter Kuhdünger und Stroh als Brennstoffe verwandt werden. Das Laubholz besteht hauptsächlich aus den Niederwaldungen in den bruchigen Geländen, die mit Erlen und anderem Ausschlagholze bestockt sind, sowie aus den Auewäldern in den Alluvialthälern. Auf den Höhenzügen des ehemals weit dichter bewaldet gewesenen Sandomjerzgebirgs befinden sich auch jetzt noch mehrfach alte Forsten mit schönen Buchen- und Eichenbeständen. Die vorherrschende Holzart bildet jedoch die Kiefer.

Daß der Boden überwiegend fruchtbar ist, ergiebt sich aus der großen Ausdehnung des Weizenbaues; die Jahreserträge von Weizen und Roggen (in Hektolitern) stehen ungefähr im Verhältnisse von 0,6 zu 1. Am größten sind die Ernteerträge im österreichischen Bezirke Krakau, in den russischen Kreisen Mjechuw, Stopnica und Sandomjerz, am kleinsten im österreichischen Bezirke Chrzanuw und im russischen Kreise Kjelce. Entwässerungsanlagen, welche eine nennenswerthe Einwirkung auf die Schnelligkeit des Wasserabflusses ausüben könnten, scheinen im russischen Gebietsantheile wohl nirgends ausgeführt zu sein, da sogar die fruchtbaren Weichselniederungen nur sehr mangelhaft entwässert sind. Das hauptsächlich in Betracht kommende Nidagebiet enthält in den bruchigen Thalsenken einstweilen noch große natürliche Sammelbecken, welche den Abfluß des Hochwassers wahrscheinlich bedeutend verzögern.



1. Abtheilung. 4. Kapitel.

Der Westabschnitt des Mittleren Weichselgebiets.

(San- bis Narewmündung, links vom Strome.)

1. Bodengestalt.

Der Westabschnitt des Mittleren Weichselgebiets umfaßt 18 125 qkm, nämlich den größten Theil des russischen Gouvernements Radom und kleinere Theile der Gouvernements Kjelce, Petrikau und Warschau. Ueber die Hälfte der Fläche entfällt auf das Gebiet der Pilica (9268 qkm). Oberhalb dieses großen Nebenflusses münden in den Weichselstrom von links: die Opatowka und kleinere Bäche mit etwa 729 qkm, die Kamjenna mit 1971 qkm, die Ilza, Lucynia, Zagordzanka und kleinere Bäche mit zusammen 2555 qkm, die Radomka mit 2141 qkm, unterhalb der Pilicamündung die Czarna, Wilanowka und kleinere Bäche mit 1461 qkm Gebietsfläche. Bis zu der im Stromlaufe um 177,9 km von der Sanmündung entfernten Pilicamündung vermehrt sich der Flächeninhalt des Stromgebiets auf der linken Seite allmählich um 7396, durch Aufnahme der Pilica und auf der 88,6 km langen Strecke bis zur Narewmündung um weitere 10 729 qkm. Die Einwirkung der Gebietsfläche auf den Abflußvorgang des Hauptstroms kommt also vornehmlich im unteren Drittel nach Aufnahme der Pilica zur Geltung. Das Quellgebiet dieses Flusses liegt auf der Polnischen Platte. Links von ihrem oberen Laufe erstreckt sich die Hochfläche von Petrikau. Zu ihrer Rechten und rechts von der Kamjenna gehört der nördliche Theil des Sandomjerzgebirges hierher. Vollständig in den Gebietsabschnitt fällt das Flachland von Radom. Dagegen entwässert das Flachland von Skjernewice nur am südlichen und östlichen Rande in den jetzt betrachteten Gebietsabschnitt, der weitaus größere Theil aber nach der Bzura.

Der kleine Antheil der Polnischen Platte im Quellgebiete der Pilica hat längs der Wasserscheide von Wolbrom bis Kromolow und weiter nördlich über + 400 bis 480 m Meereshöhe, dacht sich aber gegen das Pilicathal rasch auf + 250/300 m ab. Rechts von diesem Thale liegt nur die Anhöhe bei Prziseka (+ 443 m) unweit der Nidzica- und Mjerzawaquellen über + 400 m,

dagegen das nordwärts anschließende nordwestliche Vorland des Sandomjerzgebirges bloß auf + 250/350 m. Das Quellgebiet selbst gehört vollständig der im Kerne aus Gesteinen der Juraformation bestehenden Hochfläche an, welche den hydrographischen Knotenpunkt zwischen Pilica, Warthe, Przemsza und den Nebenbächen der Oberen Weichsel bildet. Aehnlich wie im Gebiete der letztgenannten Bäche (vergl. S. 90) setzt auch im Quellgebiete der Pilica der dolomitische Jurakalk mehrfach, z. B. unweit des Städtchens Pilica, jene seltsam gestalteten Felsen zusammen, die „das Auge des Reisenden auf der einförmigen Hochebene angenehm beschäftigen". Pusch erwähnt besonders die schönen Felsgruppen, welche die Berge westlich von Smolin bei Pilica und noch etwas weiter westlich bei Skala-kanina krönen. Am Fuße dieser Hochebene, die von Zarnowjec über Leluw und Januw nach der Warthe hin einen deutlich abgesetzten Rand bildet, breitet sich niedrigeres Gelände (etwa + 250/300 m) auf Kreidemergel-Unterlage aus: bis Szczekociny mit fruchtbarem Löß bedeckt, weiter nördlich über Konjecpol (an der Pilica) und Przyruw nach Plawno (an der Warthe) hin mit Sand angefüllt, der durch die zahlreich auftretenden Quellen in Folge der mangelhaften Vorfluth stellenweise versumpft ist. — Von dieser sandig-sumpfigen Bodensenke zieht die Hochfläche von Petrikau mit der Wasserscheide zwischen den beiden parallelen Strecken der Pilica und Warthe in durchschnittlich 15 km Abstand vom erstgenannten Flusse gegen Norden. Wo die Wien—Warschauer Eisenbahnlinie aus dem Widawkathale (Warthegebiet) in das Luciczathal (Pilicagebiet) übergeht, trennt eine zweite sandige Bodensenke den südlichen, + 250/350 m hohen Theil von dem mittleren Theile, welcher im Nordwesten der Gouvernementshauptstadt Petrikau (Piotrkow) + 294 m Höhe erreicht. Eine dritte, über die Hauptwasserscheide hinweg ziehende Bodensenke wird von der Wolborka zur Pilica hin (von der Dobrzynka zum Ner und zur Warthe hin) durchflossen. Nördlich hiervon erhebt sich das wellige Gelände im Osten der Fabrikstadt Lodz auf + 262 m. Auch im mittleren und südlichen Theile bestehen die höheren Flächen aus welligem Lehmboden, die dazwischen gelegenen Niederungen zumeist aus flachem Sandlande, stellenweise mit größeren Torfmoorbildungen. Aehnliche Beschaffenheit besitzt ebenfalls das rechts vom Pilicathale befindliche Vorland des Sandomjerzgebirgs, dessen am meisten südöstlich gelegene letzte Parallelkette von Malogoszcz bis Przedborz an der Pilica deutlich zu erkennen ist.

Von dem eigentlichen Sandomjerzgebirge gehört der nordöstlich von der Hauptkette (Lysagura) bis zum Kamjennathale ausgebreitete Streifen hierher, sowie das Hügelland im Norden der Gouvernementshauptstadt Kjelce, welches den hydrographischen Knotenpunkt zwischen der Kamjenna, Radomka, Czarna (Nebenbach der Pilica) und Bobrzyca (Nebenbach der Schwarzen Nida) unweit des Eisenbahnknotenpunktes Skarzysko bildet. Bis zur mittleren Kamjenna hat dieses starkwellige, aus vorquartären Gesteinen aufgebaute Gelände + 300/350 m durchschnittliche Höhenlage. Die Lysagura steigt über + 600 m, und auch der Kamm des vom Samkowaberge nach Opatuw streichenden Bergzugs ist über + 400 m hoch. Das zu beiden Seiten der Opatowka und rechts von der unteren Kamjenna liegende östliche Vorland des Sandomjerzgebirges besteht bis zur Weichselniederung aus einer durchschnittlich + 200/250 m hohen, mit mächtiger Lößschicht

bedeckten Ebene, die stellenweise durch tief eingerissene Thalschluchten zerschnitten ist, namentlich im südlichen Theile, während im nördlichen zwischen der Kamjenna und der Weichsel unterhalb Zawichost die Thalwände flachere Formen zeigen. — Das nördlich von der Kamjenna bis zur Pilica und Weichsel ausgedehnte Flachland von Radom wird durch das Thal der Drzewicka in einen größeren östlichen und einen kleineren westlichen Abschnitt zerlegt. Dieser westliche Abschnitt bildet ein vorzugsweise mit Sand bedecktes flachwelliges Gelände, das von der Linie Opoczno—Inowlodz ab gegen Osten in eine bis auf + 150 m abgedachte Ebene übergeht, während längs der Pilica die mittlere Höhenlage etwa + 250 bis 300 m beträgt. Mehrfach kommen im nördlichen Theile die zur Kalkbrennerei gebrochenen Gesteine der Juraformation zum Vorschein, im südlichen Theile die flachgelagerten Keuperbildungen, welche ihre größte Ausdehnung im Südwesten des östlichen Abschnittes annehmen. Zwischen Konsk und Szydlowice springt hier bis zur Drzewicka ein an die Hügel im Norden von Kjelce anschließendes, vorwiegend sandiges, aber im Kerne aus Keupergesteinen bestehendes, bald flach-, bald starkwelliges Gelände vor, das sich stellenweise über + 350 m erhebt. Seine Abdachung gegen Nordosten bildet eine durch die Thäler der Ilza und Radomka in drei Unterabschnitte gegliederte Ebene, welche in den beiden ersten Unterabschnitten bis zur Weichselniederung über + 150 m Höhenlage besitzt, zwischen Radomka und Pilica dagegen schon von der Linie Jedlinsk—Bialobrzegi ab unter + 150 bis auf + 100 m abfällt.

Die Weichselniederung selbst liegt an der Sanmündung auf + 142, an der Kamjennamündung auf + 134, an der Ilzamündung auf + 127, an der Radomkamündung auf + 103, an der Pilicamündung auf + 96 m. Das Pilicathal erhebt sich, flußaufwärts gesehen, bis zur Mündung der Drzewicka bei Nowe-Miasto auf + 131, bis zu der Kniebiegung aus der nördlichen in die östliche Richtung bei Tomaszuw auf + 152 m und von da bis Przedborz auf + 190 m. — Das im Norden der unteren Pilica und im Westen der Weichsel gelegene Flachland von Skjernewice stellt im Verhältniß zu den Niederungen dieser beiden Flüsse eine Hochfläche dar, die sich mit 20 bis 30 m hohem, öfters steilem Rande scharf aus denselben erhebt und nur gegen die nördliche Bzuraniederung sanft abgedacht ist. Der Höhenrand liegt längs der Pilica bei Tomaszuw auf + 170/180, an der Pilicamündung auf + 118/120 und noch bei Warschau auf + 100/110 m, während die Weichselniederung von der Pilica bis Warschau von + 96 auf + 82 und von da bis zur Narewmündung auf etwa + 73 m fällt. Die höchste Erhebung des zum betrachteten Gebietsabschnitte gehörigen Antheils des Skjernewicer Flachlandes hat in Nähe des Dorfes Osuchuw an der Jeziorkaquelle etwa + 210 m Meereshöhe.

2. Gewässernetz.

a) Uebersicht über das Gewässernetz.

Für die Gestaltung des Gewässernetzes maßgebend ist der Umstand, daß an der Südgrenze des Gebietsabschnittes zwei hydrographische Knotenpunkte liegen. Von dem östlichen Knotenpunkt unweit Skarzysko fließt die Kamjenna

gegen Osten, die Radomka gegen Nordosten in die Mittlere Weichsel, die Czarna gegen Westnordwest in den Mittellauf der Pilica, die Bobrzyca gegen Süden durch die Nida zur Oberen Weichsel. Außerdem entspringen in geringer Entfernung davon die Ilza, welche gegen Osten in die Mittlere Weichsel und die Drzewicka, welche gegen Norden in den Unterlauf der Pilica fließt. Ein mit dem Halbmesser 80 km geschlagener Kreisbogen schneidet die Mündungen der Nida, Kamjenna und Ilza, bleibt um 15 bis 20 km von den Mündungen der Radomka und Pilica zurück, schießt aber um etwa 15 km über die Mündungen der Czarna und Drzewicka in die Pilica hinaus. Im Stromlaufe gemessen, sind jedoch die Mündungen der Kamjenna um etwa 146 km, der Ilza um 166 km und der Radomka um 252 km von der Nidamündung entfernt. Ferner beträgt die ganze Fallhöhe vom Quellgebiete bis zur Mündung bei der Bobrzyca-Nida um 38 m weniger als bei der Kamjenna, um 43 m als bei der Ilza und um 67 m als bei der Radomka.

Zweifellos wird daher die Fluthwelle, welche von gleichzeitigen Niederschlägen in der Radomka erzeugt wird, längst abgelaufen sein, bevor die Fluthwelle der Nida, die sich mit der Dunajecwelle vereinigt, an der Radomkamündung anlangt. Ebenso sind wohl die Wellen der Kamjenna und Ilza, die sich gegenseitig einigermaßen verstärken, schon früher abgelaufen. Die Fluthwelle der Czarna, mit welcher vermuhlich die aus dem Pilica-Quellgebiete kommenden Wassermassen zusammentreffen, hat im Pilicabette 115 km bis zur Drzewickamündung zurückzulegen, während von da bis zur Pilicamündung die Lauflänge 76 km beträgt. Offenbar kann die Czarnawelle die aus der Drzewicka stammende Welle in der Pilica nicht mehr einholen. Bis zu deren Mündung hat die Czarnawelle 191 km in der Pilica, die Kamjennawelle in der Weichsel rd. 136 km zurückzulegen, während die Fallhöhe aus dem Quellgebiete bis zur Pilicamündung um etwa 36 m größer als bis zur Kamjennamündung ist; daher dürfte wohl ein Zusammentreffen dieser beiden Wellen an der Pilicamündung stattfinden, aber gleichfalls längere Zeit vor dem Eintreffen der Fluthwelle aus der Nida und dem Dunajec.

Berücksichtigt man bloß die bisher betrachteten Gewässer, so wird die Hochfluth bei Warschau voraussichtlich eingeleitet durch die Abflußmassen aus den Gebieten der unteren Pilica und Radomka, sodann verstärkt aus den Gebieten der oberen und mittleren Pilica, der Ilza und Kamjenna, an welche sich die von der Opatowka, Koprzywianka und Wschodnia stammenden Massen schließen. Obgleich die Größtmengen dieser Flüsse vorüber sind, wenn die Hauptstromwelle aus der Oberen Weichsel bei Warschau eintrifft, so tragen ihre Abflußmassen wahrscheinlich doch zur Steigerung des Höchststandes dieser Hauptwelle bei, da das Strombett und vielleicht auch ein Theil des Ueberschwemmungsgebietes von ihnen angefüllt werden und nicht rasch genug wieder leer laufen können. Bei den sommerlichen Fluthen bringen indessen sämmtliche Flüsse des hier betrachteten Gebietsabschnittes verhältnißmäßig viel weniger Wasser in den Hauptstrom als die Gebirgsflüsse der Beskiden, weil ihr Niederschlagsgebiet bedeutend weniger Regen empfängt und einen kleineren Bruchtheil davon abfließen läßt. Bei den Schmelzwasserfluthen ist der Unterschied zwar weniger groß; indessen überwiegen auch im Frühjahre die Abflußmassen der Oberen Weichsel derart, daß die Form der Fluthwelle fast ausschließlich von ihnen bedingt wird. Der ganze Vorgang vollzieht sich ungemein

schnell, und die Einwirkung der Gewässer des betrachteten Gebietsabschnittes scheint niemals zu einer selbstständigen Scheitelbildung auszureichen, wohl aber zur rascheren Entwicklung des vorderen Hanges der Hauptstromwelle und zur Beschleunigung ihrer Fortpflanzung.

b) Linksseitige Zuflüsse bis zur Kamjennamündung.

Wir betrachten nunmehr die einzelnen Gewässer in der Reihenfolge, wie sie in die Weichsel münden, also zunächst die Opatowka. Ihr lang gestrecktes, aber schmales Niederschlagsgebiet gehört an den Quellen dem Sandomjerzgebirge, sodann dem südöstlichen Vorlande desselben an. Sie entspringt westlich von der Stadt Opatuw an der mit dem Opuczaberge beginnenden Hügelkette auf etwa + 250 m und mündet bei Km. 284,6 in die Weichsel (rd. + 138 m). Sie hat demnach etwa 112 m Fallhöhe auf 55 km Lauflänge, also 2,04‰ (1 : 491) mittleres Gefälle und in Bezug auf die 38,5 km lange Luftlinie 42,9% Entwicklung, welche hauptsächlich von den zahlreichen scharfen Windungen des engen Flußthals herrührt. Obgleich dasselbe fast ganz in flaches, beinahe ebenes Gelände eingenagt ist, zeigt es durchweg schluchtartige Gestalt mit schroff abstürzenden, wie mit der Säge geschnittenen Thalwänden, zerklüftet von Runsen, die sich als schmale, aber tiefe Seitenschluchten weithin in das Flachland ziehen und stets weiter einfressen. Der Bemerkung von Pusch (Geognost. Bschrbg. v. Polen), wonach der Besuch des Opatowkathales ebenso lohnend für den Naturfreund wie für den Geognosten sei, kann man nur halb beipflichten, da den bizarren Formen der Schluchtwände fast überall belebendes Grün fehlt. Wo sich dieses hinzugesellt, z. B. beim alten Städtchen Opatuw, gewährt das Thal zuweilen ein hübsches Landschaftsbild, am Horizont begrenzt durch die Hauptkette der Lysagura. Für den Geognosten ist der Besuch aber sicherlich lohnend; denn unter der 20 bis 30 m mächtigen Lößdecke kommen die verschiedenartigen Gesteine der vorquartären Formationen zum Vorschein, von tertiären Thonen bis zur ältesten Grauwacke, die bei Opatuw in seltsam verworfenen Bänken auf 10 m Höhe senkrecht angeschnitten ist. Der in so großer Mächtigkeit anstehende Löß leistet den Angriffen des Wassers und der Witterung wenig Widerstand, weshalb bedeutende Flächen fruchtbaren Geländes hier wie in den übrigen Thälern des Lößgebiets von Jahr zu Jahr durch Abspülung, Wasserrisse und Runsen verloren gehen. Selten scheinen die Bauern bemüht zu sein, durch Verbauung mit Flechtzäunen den werthvollen Boden gegen solche Abbrüche zu schützen. Die Mündungstrecke der Opatowka durchfließt eine Niederung, die von den Pfefferbergen bis oberhalb Zawichost vor dem im oberen Theile 80 bis 90 m hohen, nach unten flacheren Steilabfalle des Höhenlandes längs der Weichsel ausgebreitet ist. Ueber die Eindeichung der beiden vom Flußlaufe getrennten Hälften (Niederungen von Dwikozy und Winiary) finden sich im 2. Kap. der 2. Abth. kurze Angaben.

Von den Bächen, welche zwischen den Mündungen der Opatowka und Kamjenna in die Weichsel fließen, ist nur der unterhalb Zawichost in enger Schlucht vom linksseitigen Höhenlande kommende Troizabach zu erwähnen, der sehr viel Schlick in den Hauptstrom bringt, ebenso wie alle übrigen Wasserläufe

des Lößgebietes, aus dem wohl ein großer Theil des üppigen Bodens der unterhalb befindlichen Weichselniederungen stammt.

Auch einige rechtsseitige Nebenbäche der Kamjenna zeigen solche eigenartigen Thalschluchten, wie wir sie bei Beschreibung der Opatowka kennen gelernt haben; unter der mächtigen, durch tiefe Runsen zerrissenen Lößschicht kommen bei ihnen meist Grauwacken, rother Sandstein und Muschelkalk zum Vorschein. Weiter flußaufwärts herrscht an der rechten Seite des Kamjennathales der Keuper vor, links die Juraformation, deren Ablagerungen größtentheils mit einer an der Oberfläche zu braungelbem Sande verwitterten Hülle von Geschiebemergel bedeckt sind. Gewöhnlich findet man daher im Kamjennagebiete, von der Lößgegend abgesehen, schon in geringer Tiefe von 1 bis 1,5 m undurchlässigen thonigen Boden, auch wo die Oberfläche aus Sand besteht. Die Braun- und Thoneisensteine des Keuper, sowie die zur Verhüttung der Erze als Zuschläge trefflich geeigneten Jurakalke, ferner der ehemalige Reichthum an Holz und die Wasserkräfte der fließenden Gewässer haben früher Veranlassung gegeben, an der Kamjenna und einigen Nachbarflüssen Eisenhütten anzulegen. Die meisten kleineren Werke sind aber, nachdem diese Grundbedingungen einen wesentlichen Theil ihrer Bedeutung verloren haben, allmählich eingegangen. Die großen Anlagen, unter denen die Ostrowjecer Hochöfen und Hüttenwerke am bedeutendsten sind, verhütten jetzt vorzugsweise die an Eisen reicheren südrussischen Erze aus dem Dnjestrgebiet, gemischt mit dem einheimischen Erz. Sie verwenden hierzu nicht mehr das Holz der an Umfang bedeutend verminderten benachbarten Wälder, sondern Steinkohlen aus dem südpolnischen Kohlenreviere bei Dombrowa. Statt der Wasserkraft dienen zum Betrieb fast nur noch Dampfmaschinen, weil das verfügbare Wasser kaum zur Kühlung der Hochöfen und zur Kesselspeisung der großen Werke ausreicht. Trotz der völlig geänderten Verhältnisse hat also die Eisenindustrie ihren Sitz in jener Gegend behalten und, begünstigt durch die hohen russischen Einfuhrzölle, sich zu einer früher nicht geahnten Blüthe entwickelt.

Die Kamjenna gewährt daher den im Weichselstromgebiete ungewohnten Anblick eines durch Hüttenwerke belebten, bis Ostrowjec mit einer Eisenbahn durchzogenen Thales. Der Fluß entspringt in den Wäldern von Szydlowice am Südhange der Sklobska-gura. Von Odrowanz ab fließt er neben der Bahnlinie Koluszki—Ostrowjec entlang gegen Ostsüdost bis Cmjelow, wo er scharf gegen Norden ausbiegt. Bei Baltuw wendet sich die Kamjenna zuletzt gegen Osten zur Weichsel und erreicht den Hauptstrom gegenüber Juzefow (Km. 321,1). Von der auf etwa + 280 m gelegenen Quelle bis zur Mündung (rd. + 130 m) hat der Fluß rund 150 m Fallhöhe und 127 km Lauflänge auf 82 km Luftlinie, also 1,18‰ (1 : 847) mittleres Gefälle und 54,9% Entwicklung. Letztere beruht zum Theil auf dem Richtungswechsel des Thales im unteren Laufe, hauptsächlich aber auf den zahlreichen kleineren Krümmungen des Thales und des Flußlaufs im Thale.

In der obersten Strecke erhält die Kamjenna rechts mehrere Nebenbäche mit nördlicher Richtung von den Bergen des Sandomjerzgebirges, besonders die Jasliana (Lelasnjanka), welche in geringem Abstande von der Bobrzyca ent-

springt. Auch in den unteren Strecken kommen die meisten und größten Nebenbäche von rechts aus dem Sandomjerzgebirge und seinem südöstlichen Vorlande. Am bedeutendsten ist die Swislina, deren Ursprung bei Bodzetyn am Nordhange der letzten Parallelkette liegt. Sie wird hauptsächlich durch einen rechts aus dem Längenthale zwischen dieser Parallel- und der Lysagurakette hinzutretenden Nebenbach gespeist, welcher den östlichen Theil des Hauptkammes und den Höhenzug des Opuczabergs entwässert.

Das Thal der Kamjenna ist im Anfange eng, mit flach ansteigenden Hängen besäumt. Bald hinter dem Eisenbahnknotenpunkte Skarzysko schneidet es sich tiefer ein und nimmt größere Breite an, zunächst 0,5 bis 0,6 km, von Wachock ab 1 bis 1,5 km, bei Ostrowjec fast 2 km. Die bei Wachock 20 bis 30 m hohen Thalwände sind, namentlich auf der rechten Seite, oft steil geböscht, links meistens flacher, besonders bei Ostrowjec, wo das Städtchen auf der flach ansteigenden Thalwand aufgebaut ist. Schon oberhalb Skarzysko wird der 5 m breite Bach mehrfach aufgestaut. Bei Wachock liegt ein verwahrlostes Wehr in dem bis zu 20 m Spiegelbreite angewachsenen Flusse. Von da bis Ostrowjec nehmen vier größere Stauanlagen wohl das ganze verfügbare Gefälle in Anspruch. Das vorletzte Schützenwehr hat etwa 27 m Lichtweite und 4 bis 5 m Stauhöhe, das letzte Wehr zehn Schützöffnungen mit je 3 m Lichtweite und etwa 3 m Stauhöhe. Von ihm zweigt links ein Mühlgraben zur Ostrowjecer Mahlmühle ab, rechts ein 1,3 m breiter Werksgraben zur Füllung der Hüttenwerksteiche, die allmählich bei der Erweiterung der Hüttenanlage zugeschüttet werden. Größeren Umfang besitzen die Sammelteiche der oberen Wehre, welche jedoch durch Verschlammung und Krautwuchs so verflacht sind, daß sie mehr Binsen und Rohr als blanke Wasserfläche zeigen. Nur der Wjerzbniker Teich, an dessen Ufern rother Sandstein zu Tag tritt, macht den Eindruck eines Sees; die übrigen gehen unmerklich in den durch die Stauwerke versumpften Thalgrund über.

Vom März bis Mitte Mai hat die Kamjenna nach der Schneeschmelze hohes, zum Betriebe der Werke mehr als ausreichendes Wasser; die eigentliche Hochwasserzeit, während deren die Schützen geöffnet bleiben, dauert aber kaum 14 Tage. Auch starke Niederschläge gegen Ende Mai und im Sommer, namentlich gegen Ende Juni, nöthigen manchmal zum Oeffnen der Schützen auf ein bis zwei Tage. Da das obere Niederschlagsgebiet zumeist sehr undurchlässigen, starkwelligen oder hügeligen Boden besitzt, folgt das Hochwasser dem Regenfalle auf dem Fuße, nach heftigem Platzregen binnen wenigen Stunden, bei weniger heftigen Dauerregen etwa 1 bis $1^1/_2$ Tage nach ihrem Beginn. Wenn die Anschwellung abgelaufen ist, tritt bald wieder der sommerliche Wassermangel ein, da es an nachhaltig gespeisten Quellen fehlt. An der Eisenbahnbrücke oberhalb Ostrowjec steigt bei den Hochfluthen das Wasser etwa 2,5 bis 3 m über den gewöhnlichen, 1 m unter den Uferkanten liegenden Flußspiegel, dessen Breite hier ungefähr 30 m beträgt.

Wie Stuckenberg angiebt, soll früher die Absicht bestanden haben, die Kamjenna schiffbar zu machen, aber wegen der großen Kosten der Wehr- und Schleusenanlagen aufgegeben worden sein. Auch durch Kanalisirung wäre sie wohl schwerlich für eine leistungsfähige Schiffahrt einzurichten und dient einstweilen

nur in den unteren Strecken zur Hochwasserzeit für den Floßverkehr. Die Angabe der russischen Statistik, daß sie auf 93 km Länge flößbar sei, trifft nicht zu.

c) Linksseitige Zuflüsse zwischen Kamjenna- und Pilicamündung.

Zwischen Kamjenna und Ilza mündet bei Solec die Krepianka in den Hauptstrom, ein von Lipsko kommender kleiner Flachlandbach. — Größere Bedeutung besitzt die gleichfalls zur Flößerei benutzte Ilża (Ilczanka), deren Hauptquellbach, der Stawiskobach, im Osten von Szydlowice auf + 245 m Meereshöhe entspringt. Von der Quelle bis zur Mündung in die Weichsel bei Dolna (Km. 340,8 in rd. + 125 m) besitzt die Ilza rund 120 m Fallhöhe und 82 km Lauflänge auf 62 km Luftlinie, also 1,46‰ (1 : 683) mittleres Gefälle und 32,3% Entwicklung. Auch ihr Thal ist ziemlich tief eingeschnitten, hat meistens nasse Wiesen und an zwei Stellen Stauteiche für gewerbliche Anlagen. Oberhalb Kasanuw mündet in die Ilza von links die aus den Pomorzanyer Sümpfen kommende Modrzejowicka. — In der Niederung, welche von der Ilzamündung bis Janowjec am Hauptstrome entlang zieht, ergießen sich kurz hinter einander zwei Flachlandbäche von geringer Bedeutung, die von Zwolen kommende Lucymia und die Pliwka. — Die Niederung von Kozjenice wird von der Lacha durchflossen, einem Altlaufe der Weichsel, der einige Flachlandbäche aufnimmt und bei Swjerze-gurne in den Strom leitet, darunter die nordwestlich von Zwolen entspringende Zagodzanka.

Der nächste größere Zufluß des Weichselstroms von der linken Seite ist die Radomka, deren Niederschlagsgebiet jenes der Kamjenna an Flächeninhalt noch übertrifft (2141 gegen 1971 qkm), aber nur im Quellgebiete dem starkwelligen Theile des Flachlandes von Radom angehört, auf der weitaus größeren Fläche dagegen aus ebenem Gelände besteht. In Folge der nordöstlichen Richtung ihres Laufes mündet die Radomka, obgleich sie nur 5 km von der Kamjennaquelle auf gleicher Meereshöhe (+ 280 m) am Osthange der Sklobskagura unweit Szydlowice entspringt, um 111 km weiter unterhalb in die Weichsel bei Ryczywul (Km. 432,3 in rd. + 101 m). Sie hat daher eine bedeutend größere Fallhöhe und in Folge ihres, trotz vieler kleinen Krümmungen, in der Hauptrichtung schlank gestreckten Laufes geringere Länge (89 km) als die Kamjenna, also ein stärkeres Gefälle, nämlich 2,01‰ (1 : 497) und eine kleinere Entwicklung, nämlich auf 75 km Luftlinie nur 18,7%.

Von der ganzen Fallhöhe kommen indessen 131 m auf die oberste 18 km lange Strecke bis zur Mündung der Jasownica (l.) oberhalb Przytyk, aber nur 48 m auf die 71 km lange mittlere und untere Strecke. Erstere hat daher 7,28‰ Durchschnittsgefälle und ähnelt einem Gebirgsbache, während der Mittel- und Unterlauf mit 0,676‰ Durchschnittsgefälle die Eigenart eines Flachlandflusses besitzen. Außer dem genannten Nebenbache münden weiter oberhalb (westlich von Wolanow) unmittelbar neben einander von links der Radomjerzbach und die Jablonica in die Radomka, ferner mehrere kleinere Wasserläufe von rechts. Die beiden bezeichneten Bäche haben gleichfalls starkes Gefälle, da sie im hügeligen

Gelände entspringen, und zwar die Jablonica westlich von der Sklobskagura in einer nahe an der Kamjennaquelle gelegenen Bodensenke, in welcher auch die zur Pilica fließende Czarna ihren Ursprung hat.

Die fächerförmige Vereinigung der gefällreichen Gewässer des breit ausgedehnten Quellgebietes bewirkt, daß die Hochwassermassen rasch zusammenfließen und in dem gefällarmen Thale der unteren Radomka zuweilen große, die 1,5 km breite Sohle völlig bedeckende Ueberschwemmungen verursachen. Das Thal ist im Allgemeinen weniger tief eingeschnitten und von flacheren Gehängen eingefaßt wie bei der Ilza oder gar bei der Kamjenna, die Sohle häufig versumpft. In der untersten Strecke reicht das flache Seitengelände mehrfach ohne deutlich ausgeprägte Thalwand bis zu den Ufern des öfters verästelten Flußbettes. Die Seitengewässer des Mittel- und Unterlaufs sind unbedeutende Flachlandbäche; an der von rechts mündenden Mleczna liegt die Gouvernementshauptstadt Radom.

Die Bäche des Quellgebiets dienen an mehreren Stellen zum Betriebe von Mühlen und Hüttenwerken. Auch in den unteren Strecken ist die Radomka durch mehrere Mühlenwehre aufgestaut, welche die vom Mittellaufe ab betriebene Flößerei erschweren. Uebrigens ist das Bett meistens arg verkrautet und versandet, so daß in der amtlich als schiffbar geltenden Mündungstrecke thatsächlich kein Schiffsverkehr besteht.

d) Seitengewässer der Pilica.

Da die Pilica ein recht bedeutender Fluß ist, hat sie im 13. Kap. der 2. Abth. eine besondere Beschreibung erhalten. Ihr zunächst östlich, dann nördlich gerichteter Lauf besitzt bis Konjecpol starkes, von da ab bis Tomaszuw mäßiges Gefälle. Der von hier bis zur Mündung nach Osten fließende Unterlauf hat dagegen nur sehr schwaches Gefälle.

Die von der Polnischen Platte stammenden Nebenbäche sind sämmtlich unbedeutend. Von ihnen mögen genannt werden: der am Kniebogen des Hauptflusses bei Zarnowjec rechts von Süden kommende Unejuwkabach, dessen Quelle in geringer Entfernung vom Szreniawathale liegt, sowie der östlich von Kromolow nahe beim Ursprunge der Warthe entspringende Pradlabach, der bei Szczekociny von links mündet. — In den oberen Mittellauf ergießen sich rechts einige Wasserläufe aus den sumpfigen Sandniederungen, welche das nordwestliche Vorland des Sandomjerzgebirges zwischen den Ausläufern der Parallelketten bedecken, links mehrere kleine Bäche von der Petrikauer Hochfläche.

Der erste bedeutende rechtsseitige Nebenfluß ist die oberhalb Sulejuw mündende Czarna, deren Quelle in derselben Bodensenke liegt, aus welcher die Jablonica nach der Radomka fließt, also im starkwelligen Gelände zwischen Szydlowice und Konsk, dicht neben der Kamjennaquelle. Ein zweiter Quellbach, der Krasnabach, entspringt auf demselben Höhenzuge des Sandomjerzgebirges, von dem die Jasliana zur Kamjenna und die Bobrzyca zur Nida fließen. Im Oberlaufe hat die Czarna, ebenso wie ihre Seitengewässer, starkes, zum Mühlenbetriebe mit Hülfe von Sammelweihern benutztes Gefälle. Im Unterlaufe fließt sie träge durch ein flach eingeschnittenes, meist sumpfiges Wiesenthal. — Der

erste größere linksseitige Nebenbach der Pilica ist die Luciaza, welche in geringem Abstande von der Widawkaquelle (Warthegebiet) entspringt, parallel mit der Pilica gegen Norden fließt und unterhalb Sulejuw einmündet. Auf kurzer Strecke wird ihr bei Rosprza ziemlich tief in den Osthang der Petrikauer Hochfläche eingenagtes Thal von der Wien—Warschauer Eisenbahnlinie durchzogen, bevor dieselbe nach der an einem Nebenbache der Luciaza liegenden Gouvernementshauptstadt Petrikau gelangt.

Am Anfange des Unterlaufs, wo die Pilica bei Tomaszuw einen Kniebogen aus der nördlichen in die östliche Richtung bildet, fließen fächerförmig von Westen und Norden mehrere Bäche zusammen. Unter ihnen sei erwähnt die über Wolborz fließende Wolborka, deren Nebenbach Kurowka auf dem Höhenlande im Osten der großen Fabrikstadt Lodz entspringt, der Hauptbach selbst südlich davon in der Bodensenke bei Tuszyn (vergl. S. 103). — Die übrigen linksseitigen, aus dem Flachlande von Skjernewice kommenden Nebenbäche des Unterlaufs haben geringe Bedeutung. Da der Südrand der Hochfläche am Pilicathale ziemlich hoch aufgerichtet ist, so fließen diese linksseitigen Bäche durch tief eingeschnittene Thälchen mit beträchtlichem Gefälle. Beispielsweise hat die bei Osuchuw (+ 118 m) mündende Mogjelanka von der Quelle bei Wilkuw (+ 178 m) auf 33 km Länge 1,82 ‰ (1 : 550) mittleres Gefälle. — Der weitaus bedeutendste rechtsseitige Zufluß des Unterlaufs ist die Drzewicka, die gegenüber von Nowe-Miasto mündet. Sie kommt aus dem hügeligen Gelände zwischen Konsk und der Bodensenke, in welcher die Czarna und Jablonica entspringen, und hat im Oberlaufe starkes Gefälle, das zum Betriebe gewerblicher Anlagen im Bergwerksbezirke dient. Aber schon bei Opoczno, wo der in geringer Tiefe anstehende Jurakalk von einer Zementfabrik ausgebeutet wird, fließt sie mit überreich geschlängeltem Laufe träge durch ein wenig eingetieftes, meist sandiges und sumpfiges Thal.

e) Linksseitige Nebenbäche unterhalb der Pilicamündung.

Unterhalb der Pilicamündung erhält die Mittlere Weichsel von links nur noch zwei namhafte Bäche: die Czarna bei Podgura am Beginne der bei Gura-Kalwarja endigenden Niederung und die Wilanowka oberhalb Warschau. — Die Czarna entspringt in geringem Abstande vom Rande des Pilicathales beim Vorwerke Wjerzchowina, fließt zunächst nordöstlich (parallel mit der letzten Pilicastrecke), sodann nördlich (parallel mit der Weichsel), zuletzt gegen Osten nach der Niederung des Hauptstroms. Ihr Gebiet gehört vollständig dem ebenen Flachlande an, in welches ihr Thal flach eingesenkt ist. — Die Wilanowka selbst besteht aus einem Altlaufe der Weichsel, welcher an dem durch das Sobjeski'sche Schloß jedem Besucher von Warschau bekannten Dorfe Wilanuw vorbeifließt. In ihn ergießt sich unweit des gleichnamigen Ortes die von der Hochfläche kommende Jeziorna, die aus zwei größeren Bächen entsteht: dem südöstlich von Mszczonuw entspringenden Jeziorkabach und dem bei Belsk-duzy entspringenden Kraskabach. Auch diese Wasserläufe sind Flachlandbäche mit ziemlich geringem Gefälle und flachem, großentheils versumpftem Thalgrunde.

3. Bodenbeschaffenheit.

Die Bodenbeschaffenheit des Quellgebietes der Pilica ähnelt derjenigen des benachbarten, zum Nordabschnitte des Oberen Weichselgebiets gehörigen Theiles der Polnischen Platte. Die aus Jurakalk bestehende Unterlage ist mit einer mehr oder weniger mächtigen Schicht von Diluviallehm bedeckt. Auf den Erhebungen, wo die Verwitterungsrinde zu Tag tritt, eignet sich der Boden weniger zum Ackerbau als zur Waldkultur, da die Waldstreu seine strenge Beschaffenheit ermäßigt und Humus zuführt. Manche entwaldete Flächen sind nach einiger Zeit zu Oedland geworden.*) — Die am Fuße des Jurakalk-Steilabhanges ausgebreitete Bodensenke bei Konjecpol und die Bodenmulden am Osthange der Petrikauer Hochfläche zwischen der Wasserscheide und der mittleren Pilica weisen fast durchweg mageren, oft mit Torfmooren bedeckten Diluvialsand auf, wogegen die höheren Bodenlagen dieser Hochfläche aus einem fruchtbaren Gemische von Lehm und Sand bestehen. Vorzugsweise magerer Sand herrscht wiederum vor in den beiden Bodensenken, welche das Höhenland bei Petrikau vom nördlichen und südlichen Theile der Hochfläche abtrennen, also an der Luciaza und Wolborka. — Im anschließenden Theile der Hochfläche von Skjernewice führt die Bahnlinie Koluszki—Tomaszuw durch flachwelligen, großentheils mit Kiefern und Birken bewaldeten Sandboden, wogegen weiterhin am linken Ufer der Pilica und an der Weichselstrecke von der Pilicamündung bis Warschau theilweise reiner, theilweise mäßig mit Sand gemischter Lehmboden vorherrscht.

Das zwischen Pilica und Weichsel gelegene Gelände besteht im Süden dieses Gebietsabschnittes, welcher den nördlichen und nordöstlichen Theil des Sandomjerzgebirges umfaßt, aus der Verwitterungsrinde der vorquartären Gesteine (Grauwacken, rother Sandstein, Muschelkalk, Keuper, Jurakalke), für welche das auf S. 100 Bemerkte gilt. — Im Südosten an der Opatowka und am rechtsseitigen Thalhange der unteren Kamjenna liegen die älteren Ablagerungen unter einer oft 20 bis 30 m mächtigen Lößschicht, von den schluchtartigen Bachthälern derart durchschnitten, daß oft ihre Unterlage aufgeschlossen ist. Der als vortrefflicher Ackerboden, besonders für den Anbau von Weizen und Gerste bekannte „Sandomjerzer Lehm" (glina Sandomierzka) ist ein feinerdiger lichtgelber Thon, mit kohlensauerem Kalk gemengt, der bei Trockenheit sehr mager zu sein scheint, bei Regen aber schnell durchweicht und in fetten, schlüpfrigen Boden umgewandelt wird. Nur auf einzelnen, durch eisenschüssige Beimengung röthlich gefärbten Strichen trägt er spärliches Getreide, zeichnet sich jedoch sonst überall durch große Fruchtbarkeit aus.

---

*) „Der Verwitterung ist der Jurakalkstein nur sehr wenig unterworfen. Bloß diejenigen mergeligen Varietäten, welche sich dem Kreidemergel nähern und in ihn übergehen, werden davon ergriffen und liefern am Fuße der Berge, wenn keine Sandbedeckung vorhanden ist, einen fetten fruchtbaren Ackerboden (z. B. an der oberen Pilica im Süden von Szczekociny). Im Ganzen habe ich den Boden über dem dolomitischen Jurakalk am sterilsten gefunden, der für den Ackerbau gar nicht günstig ist, dagegen trockene Schafweiden und etwas Schwarzwald trägt. Nur dann, wenn sich über diesen Jurakalk Lehm legt, der das schnelle Einsinken der atmosphärischen Gewässer in die Klüfte des Gesteins verhindert, zeigt sich fruchtbarerer Ackerboden. Der oolithische Jurakalk, obgleich der Boden, den er erzeugt, ebenso steinig ist, scheint doch die Bildung von mehr Humus zu gestatten." (Pusch a. a. O. Bd. II S. 273/4.)

Das nördliche und nordwestliche Vorland des Sandomjerzgebirges mit den flachen Höhenzügen an der oberen Kamjenna, Radomka, Drzewicka und Czarna, also die Landschaft bei Szydlowice, Konsk, Falkuw und Odrowanz, gehört der Keuperformation an, deren Gesteine jedoch meistens mit Sand bedeckt sind. Pusch, der dieselben als zugehörig zu einer dem Lias verwandten „weißen Sandsteinformation" bezeichnet (a. a. O. Bd. I S. 292) bemerkt: „Die Hauptmassen sind Sandstein und Thon, wovon bald die eine, bald die andere vorwaltet. Der Sandstein ist vorherrschend feinkörnig und weiß, durch Aufnahme von kohligbituminösen Theilen grau oder durch Eisenoxydhydrat gelb und braun gezeichnet, theils rein quarzig, theils kalkig, in Sandmergel verlaufend. Der Thon ist theils gemeiner und bunter Letten, vorherrschend grauer, kalkiger, schiefriger Mergelthon." Vor Allen ist diese Formation durch den Reichthum an Eisensteinen ausgezeichnet, die an zahlreichen Stellen gewonnen werden (Brauneisenstein und Sphärosiderite), enthält aber auch Kohlenflötze, feuerfeste Thone, Bruch- und Werksteine, die sich zu allen Steinmetzarbeiten eignen. „Die weichen und lockeren Abänderungen der Sandsteine zerfallen an der Luft außerordentlich leicht und bilden einen reinen Quarzsand, der in den Thälern sich stark angehäuft hat. Die festen Sandsteine und der Quarzfels der oberen Formationsgruppe hingegen widerstehen der Verwitterung sehr lange und bilden so einen sehr steinigen und felsigen Grund. Die Letten- und Mergelthon-Massen formiren da, wo sie zu Tage gehen und nicht mit Sand und Gerölle bedeckt worden sind, einen schweren, zähen Thonboden; und da das Wasser nicht durch sie abziehen kann, so entstehen auf solchen Punkten, besonders in den Wäldern, immer sumpfige Terrains. Aus diesen Gründen ist die Ackerkrume, welche die Formation erzeugt, immer von sandig-magerer oder von kalter lettiger Beschaffenheit, dem Feldbau und selbst den Wiesen nicht sehr günstig." In den flachen Längenthälern, die im westlichen Theile des Vorlandes des Sandomjerzgebirges nach der Pilica hinziehen, liegen auf dem verwässerten Sande große Moorflächen, namentlich zwischen Przedborz und Lopuszno.

Die am linken Ufer der unteren Kamjenna beginnenden flachwelligen und ebenen Theile des Radomer Flachlandes sind nur an wenigen Stellen, z. B. in der Umgegend von Radom, vorwiegend mit Lehm bedeckt, sonst fast allenthalben mit reinem oder lehmigem Sande. Indessen kommt vielfach unter denselben der in geringer Tiefe liegende, wenig verwitterte Geschiebemergel mit unzähligen großen und kleinen Geschieben zum Vorschein, der seinerseits oft nur eine dünne Hülle über den vorquartären Gesteinen (Kreide- und Juraformation) bildet. Ebenso bildet längs der Bahnlinie Tomaszuw—Opoczno vom Pilicathale ab der Sandboden nur eine dünne Schicht über dem Geschiebemergel, der von den Bahngräben bloßgelegt wird. Wegen des geringen Gefälles ist der auf undurchlässigem Untergrunde lagernde Sand oft versumpft. Hinter Opoczno durchschneidet die Eisenbahn einen Strich fetten Lehmbodens.*) Am umfangreichsten und am

*) Dagegen folgt in der zur Keuperformation gehörigen Landschaft von da nach Konsk und weiter nach Skarczysko eine lange Strecke mit ausgedehnten Flächen reinen mageren Sandes, von Torfmooren unterbrochen: bei Konsk theilweise Flugsandschollen, weiterhin mit zumeist dürftigen Kiefern bewachsen.

wenigsten ergiebig sind die Sandflächen längs der unteren Pilica, namentlich von der Linie Opoczno—Inowlodz ab bis gegen Bialobrzegi und von Radom nach Iwangorod hin. Stellenweise liegen dort große Sandheiden, die zuweilen in förmlichen Flugsand übergehen.*) Zwischen der letzten Pilicastrecke und der unteren Radomka befinden sich im Heidesand ausgedehnte Sumpfflächen, desgleichen rechts von der Radomka bis zum Walde von Kozjenice und links von der Pilicamündung am Weichselthale entlang. Die Flußthäler sind großentheils übermäßig naß oder geradezu versumpft.

Da im großen Ganzen vom durchlässigen Sand die Niederungen und flachen Theile des Gebietes, von dem wenig durchlässigen Diluviallehm und dem aus Verwitterung älterer Gesteine entstandenen Lehmboden die höheren Lagen mit stärker bewegter Oberfläche beherrscht werden, so erfolgt der Abfluß des Regenwassers ziemlich rasch von den Quellbächen nach den unteren Flußstrecken, deren schwaches Gefälle und breite Ueberschwemmungsgebiete dann aber auf Verzögerung hinwirken.

4. Anbauverhältnisse. 5. Bewaldung.

Von der 18 125 qkm betragenden Gebietsfläche entfallen 54,1 % auf Ackerland, 6,3 % auf Wiesen, 6,9 % auf Weiden, 27,4 % auf Wald. Das verhältnißmäßig arme Gouvernement Radom mit etwa 35 % Bewaldung bildet den Kern der Fläche; in ihm liegen die großen Staats- und im kaiserlichen Privatbesitze befindlichen Forsten zwischen Pilica, Radomka und Weichsel. Auch der sandige Strich im Südosten von Radom ist stark bewaldet, ferner das Gelände im Norden der oberen Kamjenna und das ganze hügelige Bergwerksgebiet zwischen Szydlowice und Konsk. Der Antheil des Gouvernements Kjelce zeigt zwischen Czarna und Pilica ausgedehnte Waldflächen, die mit den Forsten des Radomer Gouvernements bei Konsk und Przedborz im Zusammenhange stehen. Im Antheile des Gouvernements Petrikau, dessen Grenze von Konjecpol bis unterhalb Nowe-Miasto die Pilica bildet, sind die sandigen Niederungen mit Wald bedeckt, während das fruchtbare Höhenland zum Ackerbau benutzt wird. Der Antheil des Gouvernements Warschau hat nur an der mittleren Jeziorna größere Waldbestände. Im Ganzen ist in diesen beiden letzten Gebietstheilen der Flächeninhalt des Waldes ziemlich gering; auch Wiesen und Weiden bleiben unter dem Durchschnitt, wogegen im Gouvernement Radom, das die beste Pferdezucht in Russisch-Polen aufweist und viele Gestüte besitzt, die Weiden 10, die Wiesen 8 % des Flächeninhalts einnehmen.

Hierzu gehören namentlich die Moor- und Torfwiesen in den Ueberschwemmungsgebieten der Fluß- und Bachthäler, welche wegen des schwachen Gefälles schwer abtrocknen und stellenweise geradezu versumpft sind. Im nördlichen Theile des Gouvernements an der unteren Pilica und Radomka machen sie das Klima feucht und rufen unter den Bewohnern hartnäckige Wechselfieber hervor.

*) „Im ganzen Thale der Pilica zeigen sich von Konjecpol abwärts allerdings häufig ziemlich reine Sandschollen, allein sie werden erst bedeutend an der unteren Pilica von Nowe-Miasto und Drzewica an gegen Bialobrzegi und Warka, von wo sie sich im Weichselthale abwärts bis gegen Warschau und aufwärts über Kosjenice bis gegen Pulawy ausdehnen." (Pusch, a. a. O. Bd. II S. 569.)

Die Ackerwirthschaft ist am wenigsten entwickelt in den Kreisen Opoczno, Konsk und dem angrenzenden Theile des Gouvernements Kjelce, am besten im Lößgebiete der Kreise Sandomjerz und Opatuw, ferner auf dem sandigen Lehmboden des Kreises Radom, auf dem Lehmboden des Höhenlandes im Petrikauer und Warschauer Gouvernement, sowie in den Weichselniederungen. Große Güter mit zweckmäßigem Wirthschaftsbetriebe liegen namentlich in der südöstlichen Spitze der Gebietsfläche zwischen Weichsel und Kamjenna, in der nordöstlichen Spitze von Warschau bis zur Pilica und am linken Ufer der mittleren Pilica, z. B. bei Maluszyn. In diesen Landstrichen giebt es auch mehrere Zuckerfabriken, besonders im Gouvernement Warschau, und der Anbau von Weizen und Gerste nimmt einen großen Prozentsatz der Bodenfläche in Anspruch. Im westlichen und nördlichen Theile des Gouvernements Radom werden dagegen vorzugsweise Roggen, Hafer und Kartoffeln angebaut. Die Einführung der Zuckerrübenkultur hat in den oben bezeichneten Gegenden zur Herstellung von Entwässerungsgräben und zu Dränagen genöthigt. Im Allgemeinen ist aber für die Verbesserung der Vorfluth noch wenig geschehen.

Von der 4965 qkm großen Waldfläche befinden sich 23,0 % im Besitze des Staates oder in kaiserlichem Privatbesitze (besonders die großen Forsten zwischen der unteren Pilica und der Zagodzanka, sowie in der Gegend von Petrikau), 16,3 % im Besitze von Gemeinden und Körperschaften, 60,7 % im Privatbesitz. Als Hochwald werden 75,7 %, als Niederwald 24,3 % bewirthschaftet. Mit Nadelholz sind 60,5 %, mit Laubholz 39,5 % bestanden. Die mit dichtem Erlengebüsch bestockten, als Niederwald aufgeführten Bruchflächen, namentlich an der Pilica und Radomka, liefern nur geringe Erträge und wirken auf die gesundheitlichen Verhältnisse der Nachbarschaft so nachtheilig ein, daß die russische Regierung ihre allmähliche Ausrodung nebst Trockenlegung und Urbarmachung des Bodens anstrebt. Dagegen nimmt der Laubholzhochwald (Eichen und Buchen) noch ziemlich große Flächen auf den Hügeln des Sandomjerzgebirges ein. Von den Laubholzforsten, mit denen früher die Lößlandschaft bedeckt war, finden sich jetzt nur spärliche Ueberreste, z. B. ein kleiner Wald mit prächtigen Eichen in der Mitte zwischen Opatuw und Sandomjerz. Die romanische Pfarrkirche in Opatuw und mehrere aus den Anfängen der Gothik stammende Baudenkmale in der malerisch am Hochufer des Weichselstroms gelegenen Stadt Sandomjerz deuten darauf hin, daß schon im frühen Mittelalter dieses fruchtbare Gelände dicht besiedelt gewesen ist. Den Fichten und Kiefern der Forsten beim kaiserlichen Jagdschlosse Spala ist gleichfalls viel Laubholz beigemischt oder bildet zwischen den Nadelholzwaldungen reine Bestände. Birken und Erlen gesellen sich fast überall zur Kiefer, welche die vorherrschende Holzart darstellt, auf besseren Böden aber durch die Fichte ersetzt wird. Außer den Kronforsten werden auch manche Privatforsten pfleglich behandelt, z. B. die Kiefernwälder an der linken Seite des Kamjennathales oberhalb Ostrowjec. Die meisten Privat- und Gemeindewälder unterliegen aber keiner planmäßigen Wirthschaft und werden zu stark ausgebeutet oder völlig abgetrieben ohne Sorge für Nachzucht. Der große Bedarf an Holz im südpolnischen Bergwerksbezirke und die Flößerei tragen zur Verminderung der Waldbestände stetig bei.

1. Abtheilung. 5. Kapitel.

Der Ostabschnitt des Mittleren Weichselgebiets.

(San- bis Narewmündung, rechts vom Strome.)

1. Bodengestalt.

Der Ostabschnitt des Mittleren Weichselgebiets bleibt an Flächeninhalt wenig hinter dem Westabschnitte zurück. Von seiner 17 242 qkm großen Gesammtfläche gehören 103 zum galizischen Bezirke Tarnobrzeg, der weitaus größte Theil zum russischen Gouvernement Lublin, ein namhafter Theil zum Südwesten des Gouvernements Sjedlce und die Nordwestspitze zum Gouvernement Warschau. Etwa $^5/_8$ der ganzen Fläche nimmt das 10 762 qkm umfassende Niederschlagsgebiet des Wjeprz ein, der bei Iwangorod in die Weichsel mündet, 112,3 km unterhalb der San- und 154,2 km oberhalb der Narewmündung. Bis zur Mündung des Wjeprz ergießen sich nur kleinere Wasserläufe von rechts in den Hauptstrom, namentlich die Sanna, Wisznica, der Chodel, die Bystra und Kurowka, mit zusammen 3196 qkm Gebietsfläche. Unterhalb der Wjeprzmündung kommen von rechts hinzu die Okrzejka, Wilga und der etwas größere Swiderbach, die mit den übrigen kleinen Bächen zusammen 3284 qkm Gebietsfläche besitzen. Den Hauptzuwachs von rechts erhält die Mittlere Weichsel also in der oberen Hälfte ihres Laufs, 65,6 km oberhalb der Pilicamündung, an welcher sie den bedeutendsten Zuwachs von links empfängt. Der Süden des Gebietsabschnittes gehört zum Lemberg—Lubliner Hügellande, der Norden zum Flachlande von Sjedlce. Das nordwestliche Ende des bezeichneten Hügellandes, das fast ganz in den Wjeprz und die oberhalb mündenden Bäche entwässert, soll kurzweg Lubliner Hügelland benannt, seine Grenze gegen das Sjedlcer Flachland in einer Linie angenommen werden, welche von dem zerklüfteten Thalrande der Weichsel bei Nowo-Aleksandrija am Kurowkathale entlang nach der Mündung der Bystrzyca in den Wjeprz, sodann über Lenczna am Swinkathale entlang nach Sawin führt.

Die von der erwähnten Linie gegen Norden, vom Weichselthale im Westen, von der San-Wasserscheide im Süden und von der Bug-Wasserscheide im Osten begrenzte Fläche hat fast überall, von den tieferen eingeschnittenen Flußthälern ab-

gesehen, + 200/300 m Meereshöhe. Ueber + 300 m erheben sich hauptsächlich zwei Geländetheile zu beiden Seiten des Wjeprz-Oberlaufes, nämlich gegen Osten (an der Wasserscheide des Buggebietes) der nördliche Ausläufer des von Lemberg herbei ziehenden Hügelrückens, gegen Westen ein breiter ausgedehntes hügeliges Gelände mit dem hydrographischen Knotenpunkte, von welchem der Porbach ostwärts, der Gjelczewbach nordostwärts, die Bystrzyca nordwärts in den Wjeprz, die Wisznica und Sanna westwärts in die Weichsel, die Bukowa südwestwärts in den San und die Lada südwärts in den Tanew fließen. Auf beiden Bodenerhebungen haben die höchsten Punkte über + 330 m Meereshöhe, während die Thalsohlen in geringem Abstande davon auf + 200 bis 250 m liegen. Im Ganzen ist also die Höhenlage des Lubliner Hügellandes nicht bedeutend und jedenfalls geringer als diejenige der Polnischen Platte oder gar der Bergketten des Sandomjerzgebirges. Aber das reich entwickelte Gewässernetz hat die Oberfläche durch eine Unzahl von tief eingenagten, oft steil geböschten Haupt- und Nebenthälern derart zerschnitten, daß sie aus einem Gewirre scharf markirter Hügel besteht und einigermaßen ebene Flächen im südlichen Theile nur selten vorkommen. Weiter gegen Nordwesten nimmt das Gelände mehr die Eigenart einer Hochfläche mit schluchtartig eingerissenen Thälern an, während gegen Nordosten die Thäler breite sumpfige Niederungen zwischen den zungenförmig vorspringenden Hügelzügen bilden. Die geologische Unterlage, welche aus Kalksteinen, Sandsteinen und Mergeln der Kreideformation besteht, im Hangenden aus Sanden, Sand- und Kalksteinen des Miocän, kommt im südwestlichen Theile des Gebietsabschnitts vorzugsweise in den tieferen Thaleinrissen zu Tage; die Oberfläche ist gewöhnlich mit einer mächtigen Schicht diluvialer Ablagerungen, hauptsächlich mit Löß bedeckt. Im südöstlichen Theile, nämlich auf dem Lubliner Hügellande zwischen Krasnystaw und Tomaszuw, treten die Verwitterungserzeugnisse der Kreideformation, oft mit Diluviallehm innig gemengt, in großer Ausdehnung bodenbildend auf. Von der sandigen Ebene am Fuße des Südabhangs des Hügellandes, welche vom Tanew und von der Bukowa durchflossen wird (vergl. S. 68), gehört nur ein kleines Stück zwischen San und Sanna hierher.

Der zur Mittleren Weichsel entwässernde südwestliche Theil des Flachlandes von Sjedlce liegt fast ganz auf der Höhenstufe + 150/200 m, nur von der Linie Laskarzew—Garwolin—Nowo-Minsk ab gegen Nordwesten tiefer als + 150 bis unter + 80 m herab. Der Unterlauf des Wjeprz und die untere Tysmjenica mit der Bialka trennen einen südöstlichen von dem größeren nordwestlichen Abschnitt. Ersterer besteht rechts vom Wjeprz aus ebenem, großentheils sumpfigem Gelände mit zahlreichen Seen, die ehemals wohl abflußlos waren, jetzt aber größtentheils nach der Tysmjenica und ihrem Nebenbache Piwonia abwässern. Links vom Wjeprz liegt das flachwellige, meist sandige und bewaldete Vorland des Lubliner Hügellandes, welches gegen das Weichsel- und untere Wjeprzthal stellenweise ziemlich steil abfällt. Der nordwestliche Abschnitt hat seine höchsten Erhebungen mit etwas über + 200 m im Südwesten der zum Buggebiete gehörigen Gouvernementshauptstadt Sjedlce an dem hydrographischen Knotenpunkte, von welchem die Bystrzyca südostwärts zur Tysmjenica, die Wilga westwärts und der Swiderbach gegen Westnordwesten zur Weichsel, die Quell-

bäche des Liwjec nordwärts zum unteren Bug und die Krzna ostwärts zum Endpunkte des mittleren Bug fließen. Im östlichen Theile ist das Gelände flach und eben. Im westlichen Theile senkt es sich gegen die Weichselniederung hin mit welliger, durch die Bachthäler mannigfach bewegter Oberfläche. Die äußerste Nordwestspitze vom unteren Swiderbache über Praga bis zur Narewmündung ist eine sandige, mit Dünen durchzogene, tief liegende Ebene.

2. Gewässernetz.

a) Uebersicht über das Gewässernetz.

Von den Gewässern des Ostabschnittes des Mittleren Weichselgebietes ist bloß der Wjeprz von Bedeutung für den Abflußvorgang des Hauptstroms. Die übrigen rechtsseitigen Nebenbäche haben meist kleine Niederschlagsgebiete, geringe Lauflänge und verhältnißmäßig starkes Gefälle, so daß die von ihnen zugeführten Hochwassermassen abgelaufen sein werden, bevor der Wellenscheitel aus der Oberen Weichsel an ihren Mündungen vorübergeht. Nur der 22 km oberhalb Warschau mündende Swiderbach dürfte am dortigen Pegel einigermaßen zum schnellen Anwachsen des vorderen Hanges der Hauptstromwelle beitragen. Weit mehr geschieht dies durch die aus dem Wjeprz in die Weichsel strömenden Wassermassen. Wenn diese auch erheblich kleiner sein werden als die von den Beskidenflüssen zusammengeflossenen Massen, namentlich bei sommerlichen Hochfluthen, so reichen sie doch im Verein mit dem vom linksseitigen Zuflußgebiete der Mittleren Weichsel hinzutretenden Hochwasser vermuthlich aus, um das breite, gewöhnlich großentheils trocken liegende Strombett voll zu benetzen und so hoch anzufüllen, daß die bald nachfolgende Hauptstromwelle auffallend schnell zu großer Höhe ansteigen kann, obgleich sie durch Ausuferungen einigermaßen abgeflacht und verzögert wird.

Daß der Wjeprz in solcher Weise wirken muß, geht aus einem Vergleiche mit dem Tanew hervor, dessen Quellgebiet dem seinigen benachbart ist. Der Weg durch den Tanew, den unteren San und die Mittlere Weichsel nach der Wjeprzmündung beträgt nur rd. 252 km, in dem vielfach gewundenen Bette des Wjeprz aber 285 km. Dennoch ist anzunehmen, daß die aus den Quellgebieten gleichzeitig abfließenden Wassermassen den etwas längeren Weg durch den Wjeprz schneller zurücklegen als den kürzeren Weg durch den Tanew, weil sie im breiten Ueberschwemmungsgebiete des mittleren und unteren Tanewthales lange aufgehalten werden. Hierzu kommt, daß die Hauptmasse des Wjeprzhochwassers aus den im nördlichen Gebietstheile mündenden Seitengewässern stammt, deren Zuflußgebiete von der Wjeprzmündung weniger weit entfernt sind. Dagegen kann die Fluthwelle des Wjeprz wohl mit derjenigen aus der Kamjenna in dem Hauptstrome zusammentreffen, und beide können an der Pilicamündung anlangen, wenn die Welle dieses großen linksseitigen Nebenflusses gleichfalls dort eintrifft. Die vereinigten Wassermassen sind dann groß genug, um am Warschauer Pegel ein Hochwasser erkennen zu lassen, das noch im vollen Gange sein wird, wenn die Hauptstromwelle aus der Oberen Weichsel herankommt und das weitere Ansteigen bis zum Höchststande bewirkt.

Im Folgenden betrachten wir zunächst die oberhalb des Wjeprz von rechts in die Mittlere Weichsel mündenden Bäche, sodann die Seitengewässer des in einer Sonderbeschreibung (vergl. 2. Abth. Kap. 12) behandelten Wjeprz, schließlich die rechtsseitigen Nebenbäche unterhalb seiner Mündung.

b) Rechtsseitige Nebenbäche oberhalb der Wjeprzmündung.

Die unterhalb Zawichost in die Weichsel mündende Sanna entspringt oberhalb Modliborzyce im Lubliner Hügelland, fließt von diesem Orte ab bis Zaklikuw am Steilrande desselben entlang durch die sandige Ebene, welche sich gegen das Santhal langsam abdacht, und zuletzt vollständig in dieser Ebene. Bis Zaklikuw ist der rechtsseitige Thalhang über 20 m hoch, der linksseitige flach und niedrig, die Thalsohle naß und vielfach sumpfig, ebenso in der unteren, durchweg flach eingeschnittenen Strecke. Hier mündet die Sanna in einen unverlandeten Altlauf der Weichsel, der außerdem noch zwei andere vom Hügellande kommende Bäche aufnimmt: die von Zaklikuw ab mit der Sanna parallel durch die Sandebene fließende Karasiowka und den unweit Krasnik entspringenden Tuczynbach. — Der das Städtchen Krasnik durchrinnende Struzkabach vereinigt sich mit dem Uszedowkabache zur Wisznica, die bei Jusefow mündet. Ihr Thal ist schluchtartig in das Hügelland eingeschnitten, ihr Bett zuletzt etwa 20 m breit zwischen hohen Lehmufern, die Thalsohle an der Mündung versumpft. — Der beim Städtchen Chodel aus zwei Quellbächen entstehende Chodelbach tritt bei Opole aus seinem Engthale in eine sandige Bucht des Weichselthals, welche er zwischen nassen Wiesen bis zur Mündung neben dem Steilufer des Hauptstromes oberhalb Kasimjerz mit trägem Laufe durchfließt; die Mündungsstrecke, ein Altlauf der Weichsel, führt den Namen Wislisko. — Die beim Kurorte Nalenczuw aus zwei Quellbächen entstehende Bystra, welche unterhalb Kasimjerz in die Weichsel mündet, rinnt mit starkem, dem eines Gebirgsbachs ähnelnden Gefälle durch eine malerisch schöne Thalschlucht, die beiderseits bis zur Mündung mit 50 bis 60 m hohen Steilwänden eingefaßt ist. — Die Kurowka entsteht aus reichlichen, zur Anlage von Fischteichen benutzten Quellen am Nordrande des Lubliner Hügellandes bei Garbuw und durchzieht in geringem Abstande vom Hügelrande ein nasses Wiesenthal, zuletzt den zur kaiserlichen Land- und Forstwirthschaftsschule bei Nowo-Aleksandrija (Pulawy) gehörigen Wald.

c) Seitengewässer des Wjeprz.

Beim Wjeprz unterscheiden wir den Quellbach, der vom Quellsee bis Zwjerzynjec nahezu westlich fließt, den gegen Nordnordost gerichteten Oberlauf bis Krasnystaw, den gegen Nordnordwest gerichteten Mittellauf bis zur Tysmjenicamündung oberhalb Kock und den westlich gerichteten Unterlauf bis zur Mündung bei der Festung Iwangorod.

Die rechtsseitigen Nebenbäche des Oberlaufes, sämmtlich parallel mit dem Quellbache, entspringen am nördlichen Ausläufer des von Lemberg kommenden Hügelzuges, der die Wasserscheide des Buggebiets bildet: die Labunka, an welcher die ehemalige Festung Zamost liegt, die Wolica und die Wojslawka, welche zwischen Izbica und Krasnystaw münden. Ihre schlank gestreckten, stellen-

weise ziemlich breiten Thäler sind von 30 bis 40 m hohen, flach geböschten Gehängen besäumt und mit nassen Wiesen bedeckt. — Die linksseitigen Nebenbäche des Oberlaufs stammen aus dem hügeligen Gelände, das den auf S. 117 erwähnten hydrographischen Knotenpunkt bildet, und haben vorwiegend östliche Richtung: der Porbach, welcher oberhalb der Labunkamündung in den Wjeprz tritt, nachdem er vorher den unweit Terespol in der Sandebene entspringenden, eine tiefe Einsenkung des Hügellandes durchfließenden Gorajecbach von rechts aufgenommen hat, sowie die bei Krasnystaw mündende Zolkjewka. Ihre Thäler sind schluchtartig geformt, die Thalsohlen vielfach übermäßig naß durch die reichlich zu Tag tretenden Quellen.

Der obere Mittellauf des Wjeprz bis zur Bystrzycamündung erhält von rechts nur kleine Bäche, da der Flußlauf hier nicht weiter als 45 km vom Bug entfernt ist: unterhalb Krasnystaw die Sjennica und bei Borowica den von Rejowjec kommenden Bach, welche beiden Wasserläufe schmale Wiesenthäler zwischen flach geböschten Hügeln durchfließen und zur Speisung von Stauweihern für den Mühlenbetrieb benutzt werden, sodann bei Lenczna die aus dem Bruchlande bei Cycuw kommende Swinka, die bereits dem Flachlande angehört. Das sumpfige Gelände zu beiden Seiten der Linie Dorohucza und Sjedliszcze wird durch Gräben entwässert, die bei Dorohucza und bei Lanczuchuw oberhalb Lenczna in den Wjeprz münden. — Von den linksseitigen Seitengewässern des oberen Mittellaufs ist am bedeutendsten der vom hügeligen Gelände jenes hydrographischen Knotenpunktes gegen Nordosten fließende Gjelczewbach, welcher unterhalb Biskupice (unweit Dorohucza) mündet; sein schmales Wiesenthal wird von etwa 40 m hohen, oft ziemlich steil geböschten Hügeln eingefaßt.

Der untere Mittellauf erhält nur einen nennenswerthen Zufluß, nämlich die unweit Krasnik entspringende, an der Gouvernementshauptstadt Lublin vorüber fließende Bystrzyca (l.). Ihr zuerst nördlich gerichteter Lauf biegt oberhalb Lublin gegen Nordosten um; die rechtsseitigen Nebenbäche verfolgen nördliche, die linksseitigen vorwiegend östliche Richtung. Die engen Wiesenthäler liegen zwischen 20 bis 30 m hohen, flach geböschten Hügeln; bloß am unteren Laufe erweitert sich das Bystrzycathal stellenweise auf mehr als 1 km. Ihr letzter Nebenbach von links, die Cjemjenga, hat ein schluchtartig eingeschnittenes Thal mit 30 bis 40 m hohen Steilhängen, das nahe am Nordrande des Hügellandes west-östlich verläuft. — Nur 5 km von ihrem Quellsumpfe entfernt, jedoch durch einen 20 bis 30 m hohen Hügelrücken getrennt, liegen die von der Kurowka (vergl. S. 119) gespeisten Teiche. Ein anderer, in demselben Quellgebiete entspringender Bach, die Minina, wendet sich in großem Bogen gegen Norden und fließt durch das nördliche Vorland des Lubliner Hügellandes bei Lysobyki von links in den unteren Wjeprz.

Das umfangreichste, aber vollständig dem ebenen Flachlande angehörige Niederschlagsgebiet hat die Tysmjenica, welche am Anfange des Unterlaufs oberhalb des Städtchens Kock von rechts in den Wjeprz mündet. Ihr Ursprung liegt in dem sumpfigen Seengebiete zwischen Ostruw und Lenczna, so daß ihr Oberlauf in kaum 15 km Abstand mit dem unteren Mittellaufe des Hauptflusses parallel gerichtet ist. An der Piwoniamündung bei Njewenglosz biegt sie recht-

winklig gegen Südwesten um und nimmt in der letzten Strecke noch zwei große Nebenbäche auf, die Bialka und die Bystrzyca. Auch in der oberen Strecke empfängt sie nach Durchfließen des großen Sjemjensees einen Piwonia genannten Nebenbach, den wir zum Unterschiede von dem weiter nördlich mündenden als Südliche Piwonia bezeichnen wollen. Die 1 bis 2 km breite, mit nassen Wiesen bedeckte Thalsohle der Tysmjenica wird beiderseits von 10 bis 15 m hohem Gelände eingefaßt, das nur selten scharf markirte Thalränder bildet. Die Ufer des bis zu 80 m breiten Bettes sind niedrig, weshalb schon bei geringen Anschwellungen große Ueberschwemmungen eintreten. Die Sohle ist schlammig und verwachsen; jedoch kann der Fluß auf etwa 34 km Länge zur Flößerei benutzt werden; in der russischen Statistik wird diese letzte Strecke sogar als schiffbar bezeichnet.

Die Südliche Piwonia kommt aus dem Sumpfe bei A.-Orzechuw und fließt in großem Bogen durch sumpfige Wiesen über Parczew. Der südwestlich von A.-Orzechuw liegende Domasznjesee (+ 160 m), welcher durch Gräben mit den etwas höher liegenden Seen bei Nadrybje (Uszjwjerzsee + 169 m, Lukjesee + 166 m u. a.) verbunden ist, hat seinen Abfluß indessen nicht in jenen Bach, sondern durch die Bobrowka in die Tysmjenica unterhalb Ostruw. — Die Nördliche Piwonia entsteht in den nördlich von Parczew liegenden Sümpfen und beschreibt bis zu ihrer Mündung gleichfalls einen nordwärts ausholenden Bogen. — Sie geräth dabei nahe an die Bialka, welche den lang gestreckten großen Sumpfsee bei Ostruwki (+ 148 m) in südwestlicher Richtung verläßt und über Radzyn in die Tysmjenica fließt. — Die Bystrzyca entspringt bei Piaski, nur 4 km von der Swiderquelle entfernt, und rinnt gegen Südosten durch ein stellenweise über 1 km breites sumpfiges Wiesenthal. Sie hat etwas stärkeres Gefälle wie die von Osten kommenden Nebenbäche der Tysmjenica; auch überwiegt in ihrem Niederschlagsgebiete das Höhenland, wogegen dasselbe im östlichen Sumpfgebiete nur inselartige Erhebungen zwischen den ausgedehnten Sumpf- und Bruchflächen bildet. In der russischen amtlichen Statistik wird die Bystrzyca auf je 21 km als flößbar und schiffbar bezeichnet.

d) Rechtsseitige Nebenbäche unterhalb der Wjeprzmündung.

Auch die unterhalb der Wjeprzmündung von rechts in die Mittlere Weichsel fließenden Bäche haben in den oberen Strecken flache, breite, mit nassen Wiesen bedeckte Thäler, schneiden sich aber in den unteren Strecken tiefer in das wellige Seitengelände ein und nehmen stärkeres Gefälle an, das vor ihrem Eintreten in das Weichselthal zum Mühlenbetriebe benutzt wird. — Die oberhalb Okrzeja entspringende Okrzejka mündet durch einen Altlauf der Weichsel unweit Maciejowice, etwa 3 km oberhalb der Radomkamündung. — An derselben Stelle zweigt vom Hauptstrome rechts ein großer Seitenarm ab, die Lacha, bei deren Rückmündung sich der über Laskarzew fließende Promnikbach ergießt. — Einige Kilometer weiter unterhalb tritt beim gleichnamigen Dorfe die Wilga in die mit Deichen geschützte Weichselniederung. Dieser Bach entspringt bei Zelechuw und fließt in großem Bogen über Garwolin nach Westen. — Am größten ist der Swiderbach, dessen Quellen in den sumpfigen Wiesen östlich von Stoczek

liegen. Sein westnordwestlich über Kolbjel führendes Thal erweitert sich stellenweise bis zu 1 km und ist an diesen Stellen nur flach eingeschnitten. Nachdem er die südlich an Nowo-Minsk vorbei fließende Mjenia aufgenommen hat, ergießt er sich unweit Karczew in die Weichsel (Km. 489,5). Die Fallhöhe von der Quelle (+ 174 m) bis zur Mündung (rd. + 83 m) beträgt rund 91 m, die Lauflänge 81 km auf 61 km Luftlinie, das mittlere Gefälle also 1,12 ‰ (1 : 890) und die Entwicklung 32,8 %. — Auf der 56,6 km langen Strecke vom Swider bis zum Narew empfängt die Weichsel von rechts keinen einigermaßen beträchtlichen Zufluß, da das Gelände hier nach dem Narew hin abwässert.

3. Bodenbeschaffenheit.

Den scharf ausgeprägten Südabhang des Lubliner Hügellandes begrenzt die nördlich vom Tanew und unteren San gelegene breite Ebene, eine weit ausgedehnte sandige Heide, die nur an wenigen Stellen Flugsandschollen aufweist, meist aber gut bewaldet und mit Moorwiesen durchsetzt ist. Von dem betrachteten Gebietsabschnitte gehört indessen zu ihr nur die Südwestspitze, welche von der Sanna durchflossen wird. Am Südabhange des Hügellandes, an seinem westlichen Steilabfalle gegen das Weichselthal und in den tief eingeschnittenen Thälern der Seitengewässer kommen vielfach die Kalk- und Sandsteine, sowie die Sande und Mergel der zur Kreide- und Tertiärformation gehörigen Unterlage zum Vorschein, namentlich der Kreidemergel, welcher den Quellenhorizont der durchlässigen Deckschichten und die Ursache der übermäßigen Feuchtigkeit in den meisten Thalschluchten bildet. Das Hügelland selbst besitzt zwischen dem Alluvialthale der Weichsel und dem Wjeprz bis zur Linie Nowo-Aleksandrija—Lenczna theilweise Lößboden von großer Mächtigkeit (ähnlich wie bei Sandomjerz, vergl. S. 112), theilweise Verwitterungsböden des Kreidemergels, oft innig gemengt mit Diluviallehm (vergl. 6. Kap.). Es gehört zu den fruchtbarsten Landstrichen Polens. Im Osten des Wjeprz herrscht bis zur Wolica ähnliche Bodenbeschaffenheit; jedoch nehmen die Kreideböden hier weit größere Flächen ein als der Lößboden. Nördlich von jenem Nebenbache mischen sich aber mehr und mehr sandige Striche ein, während die Kreideböden zurücktreten und der Löß bald ganz verschwindet. „In den Gegenden, wo diese reine Lehmbildung (ein höchst einförmiger, feinerdiger, lichtgelblicher Thon, durchaus mit kohlensauerem Kalk gemengt, fast ganz frei von fremdartigen Schichten und Mineralien, dem rheinischen Lüß ähnelnd) an die sandigen Landstriche grenzt, wie z. B. am Wjeprzflusse, liegen häufig Sandschichten unter dem Lehm; dann sind nicht selten Urfelsblöcke in dem Lehm verborgen“. Pusch (a. a. O., Bd. II S. 560) hebt hervor, daß diese Blöcke nicht dem Löß angehören, sondern der sandigen Unterlage, die also wohl aus diluvialem Geschiebesand besteht.

Im Norden der Linie Nowo-Aleksandrija—Lenczna—Cholm besteht der Boden des Flachlandes bis zu großer Tiefe aus diluvialen Ablagerungen, vielfach mit alluvialen Bildungen überdeckt, namentlich in dem ausgedehnten Sumpfgebiete, welches schon bei Krasnystaw im Wjeprzthale beginnt und von Dorohucza ab den größten Theil des von der Eisenbahnlinie Iwangorod—Terespol, dem

Mittellaufe des Wjeprz, der Wasserscheide des Bug und der Bialka-Tysmjenica-Bodensenke eingeschlossenen Geländes bedeckt. Das zwischen den Sumpf-, See- und Bruchflächen insel- und halbinselförmig aufragende Höhenland besteht zumeist aus Sand, ebenso größtentheils das zur Linken des Wjeprz bei Biskupice beginnende und von Lubartuw nach dem Kurowkathale hin große Breite annehmende nördliche Vorland des Lubliner Hügellandes. Im nordwestlichen Abschnitte ist der zur hier betrachteten Gebietsfläche gehörige Antheil des Sjedlcer Flachlandes größtentheils mit ziemlich fruchtbarem sandigem Lehmboden bedeckt, der aber strichweise durch lehmigen oder reinen Sand ersetzt wird, durch letzteren namentlich gegen Nordwesten hin am unteren Swider und auf dem tief liegenden schmalen Gebietsstreifen, welcher neben der Weichsel zur Narewmündung hin zieht. Die Torfmoorbildungen beschränken sich dort auf die verhältnißmäßig schmalen Einsenkungen der Bachthäler und zahlreiche Bodenmulden.

4. Anbauverhältnisse. 5. Bewaldung.

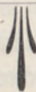
Wie oben bereits bemerkt, ist das zur Sandebene am südlichen Fuße des Lubliner Hügellandes gehörige Sannagebiet großentheils bewaldet. Im Hügellande zwischen Weichsel und Wjeprz finden sich überall kleinere Waldflächen; die größeren sind meistens abgeholzt worden ohne entsprechende Anschonung. Aus den vorhandenen Resten läßt sich annehmen, daß der Lößboden früher mit ausgedehnten Eichen-, Buchen- und Lärchenwäldern bedeckt war. Am Südrande im Kreise Januw und östlich vom Wjeprz im Kreise Zamost liegen auch jetzt noch bedeutende, im Großgrundbesitze befindliche und gut bewirthschaftete Forsten mit alten Beständen von Nadelholz und Buchen. Das sandige und sumpfige Gelände zur Rechten des mittleren Wjeprz besitzt große Waldungen, die indessen meist schlecht in Stand gehalten werden: auf den trockenen Flächen Kiefern, auf den nassen Erlengebüsche von großer Ausdehnung. Auch das nördliche Vorland des Lubliner Hügellandes hat südwestlich von Lubartuw und bei Nowo-Aleksandrija größere Forsten, die in guter Pflege stehen, der nordwestliche Abschnitt des zum Sjedlcer Flachlande gehörigen Gebietsantheils hauptsächlich solche zwischen dem Weichselthale und der von Lublin über Garwolin nach Warschau führenden Landstraße, sowie an der oberen Bystrzyca.

Von der 17 242 qkm großen Gebietsfläche werden 53,7 % als Ackerland, 8,9 % als Wiesen, 6,3 % als Weiden, 26,1 % als Wald benutzt. Innerhalb des Gouvernements Lublin, wo etwa die Hälfte der Bodenfläche sich im bäuerlichen Besitze befindet, ließ der landwirthschaftliche Betrieb früher viel zu wünschen und brachte nicht die Erträge, welche der meist vortrefflichen Beschaffenheit des Bodens entsprechen. Seitdem durch Anlage der Iwangorod—Terespoler Eisenbahn und durch Verbesserung der Landstraßen der Absatz der Bodenerzeugnisse erleichtert ist, befindet sich die Landwirthschaft dort in lebhaftem Aufschwunge, wozu wohl auch die kaiserliche Lehranstalt in Nowo-Aleksandrija nebst den Musterwirthschaften in den Kreisen Nowo-Aleksandrija, Januw und Zamost beitragen. Angebaut werden von Halmfrüchten hauptsächlich Weizen, Roggen und Sommergetreide, im Gouvernement Sjedlce vorwiegend Roggen und Hafer, welche wegen

der geringeren Fruchtbarkeit kleinere Erträge bringen. Der Anbau von Zuckerrüben hat besonders in den Kreisen Lublin, Lubartuw und Januw Eingang gefunden.

Wo das Höhenland durchlässige Beschaffenheit besitzt, sind Dränagen kein dringendes Bedürfniß, aber auch auf den undurchlässigen Böden noch wenig verbreitet. Entwässerungsanlagen zur Verbesserung der Vorfluth in den vielfach übermäßig nassen Thalgründen scheinen bisher nur in geringem Maße ausgeführt zu sein. Die Grabenzüge, durch welche die Sumpfseen im südöstlichen Abschnitte des zum Sjedlcer Flachlande gehörigen Gebietsantheils Abfluß erhalten haben, reichen zur Trockenlegung der Sümpfe nicht aus.

Von der 4497 qkm großen Waldfläche gehören 4,8% dem Staate, 11,2% den Gemeinden und Körperschaften, 84,0% den Privatbesitzern. Mehrere große Privatforsten werden von den kaiserlichen Oberförstereien in Nowo-Aleksandrija, Lublin und Parczew bewirthschaftet, da die Regierung von ihrem Rechte Gebrauch gemacht hat, schlecht verwaltetete Forsten der Fideikommisse in Bewirthschaftung zu übernehmen. Der Hochwald umfaßt 83,4, der Niederwald 16,6% des ganzen Waldbestandes. Mit Nadelholz sind 78,0%, mit Laubholz 22,0% bestockt.



1. Abtheilung. 6. Kapitel.

Das Gebiet des Bug.

Aus den in der Flußbeschreibung des Narew dargelegten Gründen betrachten wir den Bug als gleichwerthigen Nebenfluß des Narew, in welchen er gegenüber Serock mündet. Seine Quelle liegt am Rande der Podolischen Platte, um 2²/₃ Breitengrade und nahezu 4 Längengrade von der Mündung entfernt. Bis zur Stadt Brest-Litowsk verfolgt der Flußlauf vorwiegend nördliche, von da ab vorwiegend westliche Richtung, ähnlich wie die Weichsel innerhalb Rußlands und wie der Wjeprz, der zwischen beiden Flüssen seinen Ursprung und sein Ende findet. Das Wjeprzgebiet schränkt die linksseitige Gebietsfläche des Bug auf die mäßige Breite von 21 bis 68 km ein. Noch schmäler ist die rechtsseitige Gebietsfläche, die nach Osten von den Gebieten des Prypet und seiner großen Nebenflüsse, nach Norden vom Narewgebiete begrenzt wird; z. B. liegt der Quellsumpf des Prypet nur etwa 5 km vom Bug entfernt. Gleich nach dieser Einschnürung erweitert sich aber das rechtsseitige Gebiet rasch bis zu 80 km bei Brest-Litowsk, wo der Muchawjec einmündet, der einzige bedeutende Nebenfluß mit 6180 qkm Gebietsfläche. Oberhalb Brest hat das Buggebiet 16 175 qkm Flächeninhalt. Durch den Hinzutritt des Muchawjec, der Krzna und Lesna, welche gleich unterhalb münden, wird im Becken von Brest-Litowsk die Gebietsfläche plötzlich auf 27 844 qkm vergrößert. Weiter abwärts erfolgt dann der Zuwachs wieder allmählich bis auf 38 379 qkm. Die unterhalb der Bugmündung von links in den Narew fließenden Bäche mit zusammen 1385 qkm Gebietsfläche werden im vorliegenden Abschnitte mit behandelt.

Bei Krystynopol im (österreichischen) Quellgebiet beträgt der Flächeninhalt bereits 5877 qkm. Von da bis zur Muchawjecmündung vermehrt sich die Gebietsfläche auf 354 km Lauflänge nur um 10 298 qkm. Von der Lesnamündung ab nimmt die Fläche auf 255 km Länge bloß um 10 535 qkm zu. Läßt man das Quellgebiet und die unweit Brest zusammenfließenden Gewässer außer Acht, so entfällt auf jedes Kilometer Lauflänge durchschnittlich nur eine Gebietsbreite von 34 km. Hiernach darf man vermuthen, daß die mittelgroßen und kleineren Seitengewässer für die Ausbildung der Fluthwellen des Bug von

geringer Bedeutung sind, daß diese vielmehr hauptsächlich im Quellgebiete und am Knotenpunkte des Gewässernetzes unterhalb Brest ihren Ausgang nehmen werden. Im unteren Bug macht sich namentlich die letztere Fluthwelle bemerkbar, welche unter ähnlichen Verhältnissen wie diejenige des mittleren Narew ausgebildet wird; beide vereinigen sich in der letzten Narewstrecke. Die aus dem Quellgebiete stammende Fluthwelle verliert auf dem langen, durch breites Ueberschwemmungsgebiet führenden Weg so bedeutend an Höhe, daß sie im unteren Bug nur den flachen Rücken der vorangegangenen Fluthwelle verlängert, aber nicht zum Vorschein kommt, da sie keinen eigenen Scheitel besitzt. Dennoch nimmt das im österreichischen Galizien liegende Quellgebiet eine so wichtige Stellung im Gewässernetze des Bug ein, daß eine Sonderbetrachtung desselben zweckmäßig erscheint.

A. Das Buggebiet in Oesterreich.

1. Bodengestalt.

Das zu Oesterreich (Galizien) gehörige Quellgebiet des Bug umfaßt 6523 qkm, nämlich den größten Theil der bis zur Mündung des Grenzbaches Warezanka bei Litowjerz rechts und links vom Hauptflusse gelegenen Theilgebiete und einige kleine Flächen, welche zu den Gebieten der erst auf russischem Boden einmündenden Nebenflüsse Luga und Huczwa gehören. Von den drei größeren, in Galizien sich mit dem Bug vereinigenden Gewässern entspringen der Peltew (1483 qkm) und die Rata (1808 qkm) in Oesterreich, die Solokija (913 qkm) in Rußland. An der Mündung des Peltew bei Busk beträgt die Größe des Buggebiets nur 474 qkm und wächst dort, da an derselben Stelle die Slotwina (195 qkm) mündet, auf das Vierundeinhalbfache (2152 qkm) an. Auch oberhalb Krystynopol, wo sich dicht hinter einander die Rata und Solokija ergießen, vergrößert sich die Gebietsfläche rasch von 3156 auf 5877 qkm, also um 86 % der bisherigen Größe. Während bis Busk der Bug nur ein namhafter Bach ist, wächst er bei diesem Städtchen zu einem kleinen Flusse an, oberhalb Krystynopol aber zu einem Flusse von Bedeutung.

Die drei größeren Gewässer kommen sämmtlich von links, wie denn überhaupt der Zuwachs an Gebietsfläche im Quellgebiet weitaus überwiegend auf dieser Seite stattfindet. Dies ist eine Folge des Umstandes, daß der Bug neben seinem in den Prypet fließenden Schwesterflusse Styr ein kesselförmiges Becken durchläuft, das im Süden halbkreisförmig von der Podolischen Platte und ihrem nordwestlichen Ausläufer, dem Lemberg—Lubliner Hügelland umzogen, im Norden vom niedrigen Hügellande jenseits der Linie Brody—Sokal—Tomaszuw abgegrenzt wird: ein kleines Böhmen. Zwischen beiden Schwesterflüssen zieht sich die europäische Hauptwasserscheide durch zumeist niedriges Flachland, fast nirgends deutlich ausgeprägt und in so geringem Abstande vom Bug, daß von rechts nur kleinere Gewässer hinzutreten können. Vielmehr nehmen die Zuflüsse größtentheils ihren Ursprung auf dem Nordrande der Platte und in dem gegen Nordwesten vorgestreckten Hügellande, von wo sie fächerförmig nach der gemeinsamen

Sammelrinne fließen. Bei Bialykamjen erklimmt die Hauptwasserscheide den hier steil um 150 m über das Bug-Styr-Becken emporragenden Plattenrand, der nun buchtartig zurückspringt und die Quellen des Bug und der Zloczowka umzieht zwischen welchen beiden Bächen ein Hügelzug als Rest des von ihnen tiefer ausgenagten Körpers der Platte stehen geblieben ist. Die Höhenlage der Platte und dieses Hügelzugs schwankt um + 350/400 m, diejenige der beiden Bachthäler beträgt + 250/300 m. Die Seitenbäche fließen entweder durch enge, von schroffen Wänden eingefaßte Schluchten oder sie entspringen erst am Fuße der Steilwände, wie z. B. der Bug selbst, dessen Quellen daher niedrig liegen. Dennoch hat der Oberlauf bis zur Vereinigung mit dem Peltew und der Slotwina ein beträchtliches Gefälle; zum Flachlandflusse wird der Bug, nachdem er bei Busk das Kesselland erreicht hat.

Zwischen den Quellen der Zloczowka und des Peltew zieht der Plattenrand mit steilem Abfalle gegen das Kesselland in vorwiegend westlicher Richtung, und die Hauptwasserscheide folgt ihm, oft dicht neben der Kante des Abfalles, da gerade hier die meisten Gewässer an seinem Fuße zu Tag treten, die scharf eingerissenen kurzen Schluchten aber nur nach starken Regengüssen und im Frühjahr fließendes Wasser führen. Von Lemberg ab bildet der über Tomaszuw nach Lublin streichende Ausläufer der Platte ein durchschnittlich + 300/350 m, stellenweise bis + 400 m hohes Hügelland, das nach dem Kessel des Buggebietes gewöhnlich sanft abgedacht ist, oft ganz allmählich in dessen Ebene verläuft. Nahe an der Wasserscheide, die das Buggebiet Anfangs noch immer gegen das Gebiet des Dnjestr, dann gegen jenes des San abgrenzt, erheben sich zahlreiche Kalksteinkuppen. Weiter östlich liegt die Lößdecke in großer Mächtigkeit, ist jedoch, ähnlich wie am Nordrande der Podolischen Platte, durch tief eingenagte Schluchten vielfach zerrissen, zuweilen zwischen den einzelnen Bachthälern nur in vereinzelten Anhöhen oder in lang gestreckten Rücken stehen geblieben, z. B. nordwestlich von Lemberg, wo zwischen den breiten Alluvialthälern des Peltew und seiner Nebenbäche (+ 230/240 m) die mit ihnen parallel west-östlich verlaufenden Rücken + 260/280 m Kammhöhe aufweisen.

Von Rawa-ruska ab gegen Nordwesten besitzt das hier selten über + 300/350 m hohe Hügelland flachere Formen, ebenso das Sokaler Hügelland, welches den Bugkessel gegen Norden abschließt. Die geologische Unterlage bilden die Gesteine der Kreideformation, welche an den Rändern bodenbildend auftreten, im inneren Kessellande aber von einer mächtigen Decke diluvialer Ablagerungen verhüllt sind. Zunächst am inneren Höhenrande lagert rings um den Kessel eine 20 bis 25 km breite Zone von Löß, auf welche weiter nach innen eine etwas schmälere Sandzone folgt. Die tertiären Ablagerungen kommen nur am Steilrande der Podolischen Platte zum Vorschein, wo die Kalksteine und Thonmergel der Kreideformation ihr Liegendes, die Diluvialböden ihr Hangendes bilden. Auf dem meist weichen Kalkstein lagern stellenweise über 100 m mächtige Schichten von Thon, Lehm und Sand. Diese Bodenbeschaffenheit kann an den steilen Gehängen des Plattenrandes leicht zu Abrutschungen Anlaß geben, und wir werden später einen Fall kennen lernen, in welchem durch unvorsichtige Bodenverwundung ein früher harmloser Wasserlauf dieses Geländes zu einem gefähr-

lichen Wildbach umgewandelt worden ist. Das innere Kesselland bietet den Anblick einer weiten Ebene mit unbedeutenden wellenförmigen Erhebungen; seine mittlere Höhenlage nimmt zwischen Busk und Sokal allmählich von + 225 auf + 200 m ab. Im Bereiche des Löß bringt die dieser Bodenart eigene Neigung zur Ausgestaltung steilwandiger Thaleinrisse noch eine gewisse Abwechslung in die gleichförmige Gestalt des Kessellandes. Die Sandzone breitet sich dagegen als annähernd wagerechte Ebene aus, nur hier und da unterbrochen durch Dünenzüge und versumpfte, mit Torfmoor und kleinen Teichen bedeckte Einsenkungen.

2. Gewässernetz.

Wie oben erwähnt, durchziehen die Schwesterflüsse Bug und Styr eine Tiefebene, welche als die Hälfte eines flachen Kessels angesehen werden kann, auf der südlichen Seite bogenförmig vom Höhenlande umschlossen. Auf der nördlichen Seite, wo sie von niedrigeren Hügeln unvollkommen begrenzt ist, tritt der Styr nach Nordnordost, der Bug nach Norden aus. Der Bug, welcher die Westhälfte des Kessellandes einnimmt, vereinigt sich mit den vom Höhenlande kommenden Wasserläufen derart, daß das Gewässernetz der Form eines Fächers ähnelt, dessen Stiel die Bugstrecke von der Reichsgrenze aufwärts über Sokal bis Krystynopol bildet. Bis zu letzterem Städtchen verfolgt der Hauptfluß vorwiegend nordwestliche Richtung, während die meisten Nebenflüsse gegen Norden, Nordosten oder Osten gerichtet sind. Der Zuwachs des Niederschlagsgebiets, also auch die Vermehrung der Abflußmenge findet daher vorzugsweise von links statt, und zwar nicht gleichmäßig, sondern jäh und unvermittelt an den Knotenpunkten des Gewässernetzes, deren wichtigster oberhalb Krystynopol liegt, ein anderer von Bedeutung bei Busk.

Die oberste, gegen West-zu-Nord gerichtete Strecke des aus mehreren Quellbächen bei Koltuw entstehenden Bug erhält als ersten namhaften Zufluß von links unter spitzem Winkel die bei Pluhuw entspringende Zloczowka (im Unterlaufe Belzecbach genannt) am Kreuzungspunkte der Eisenbahnlinie Lemberg—Brody bei Uciszkuw. Wenige Kilometer stromab liegt Busk, wo rechts die kleine Slotwina mündet, links aber der Peltew mit seinem weit verzweigten Gewässernetze, das den Nordrand der Podolischen Platte von Zloczuw westlich bis Lemberg entwässert. Sein am meisten östlich gelegener Nebenbach, die Gologorka (r.), erreicht ihn mit Richtung gegen Norden erst kurz vor seiner Mündung. Die Przegnojowka (r.) nimmt bei Gliniany den noch weiter westwärts entspringenden Tymkowickibach (l.) auf und mündet bei Poltew, wo der bis dahin östlich gerichtete Peltew gegen Nord-zu-Ost umbiegt. Noch weiter oberhalb tritt in dem mittleren der drei breiten westöstlich ausgestreckten Alluvialthäler des Lemberger Lößgebiets bei Barszczowice (r.) die Bilka (im oberen Laufe Kabanowka genannt) in den Peltew, die den südlichen Lößrücken durchbricht, nachdem sie vorher die Marunka (l.) aus dem südlichen großen Alluvialthale bei dessen Durchquerung aufgenommen hat. Das nördliche Thal wird durch den Rzondowykanal entwässert, der unter dem Namen Jaryczowskikanal unterhalb der Eisenbahnbrücke der Linie Lemberg—Brody in den Peltew mündet,

gleich danach der Dumnybach (l.). Diese zuletzt genannten Zuflüsse empfangen ihr Wasser bereits aus den Hügeln im Norden von Lemberg, wogegen der Peltew selbst bei der malerisch gelegenen galizischen Landeshauptstadt entspringt und innerhalb derselben überwölbt ist. Seine Länge bis Busk (75 km) ist wesentlich größer als diejenige des Bug bis dahin (51 km), und sein Niederschlagsgebiet übertrifft das oberste Buggebiet an Flächeninhalt bedeutend. Dagegen ist das Gefälle, von den Quellbächen abgesehen, weitaus geringer, wie auch die Nebenbäche des Peltew bald nach dem Ursprung in flache, schwach geneigte Thäler eintreten.

Erst nach der Vereinigung mit diesem Nebenflusse besitzt der Bug auch zur Niedrigwasserzeit ausreichende Wasserfülle, um ihn durch Ausbau für kleine Fahrzeuge schiffbar machen zu können. Von Busk bis Kamionka verfolgt er nordwestliche Richtung und empfängt dabei von links mehrere nordwärts fließende Bäche aus den Lößhügeln im Norden des Peltewgebiets, zuletzt die Kamionka, deren Ursprung in geringer Entfernung vom Mittellaufe des ostwärts in den Peltew fließenden Dumnybachs liegt. — Auch der Bug wendet sich nun mit vielen Krümmungen gegen Norden durch die Sandebene, aus welcher er nur unbedeutende Nebenbäche von beiden Seiten aufnimmt, und erreicht an der Ratamündung nach einer Wendung gegen Nord-zu-West den Knotenpunkt, an dem sich alle Abflußmassen des Hügellandes zwischen Zolkjew und Tomaszuw mit ihm vereinigen.

Zunächst geschieht dies durch die Rata, einen 85 km langen Fluß, dessen Quellen bei Dzjewjecjerz westlich von Rawa-ruska liegen. Ihr träger Lauf geht bis Mosty-wjelkje ziemlich genau gegen Osten, größtentheils durch sumpfige Alluvialniederungen, in denen sie von rechts zahlreiche fächerförmig vom Hügellande kommende Nebenbäche erhält. Am wichtigsten sind die bei Butyny mündende Biala und die von Zolkjew kommende Swinia, die bei Mosty-wjelkje mündet. Ihr letzter großer Zufluß von rechts, der Zeldec, stammt aus den Lößhügeln im Norden des Peltewgebietes. Wenig weiter unterhalb mündet von links die aus dem Sumpflande der Sandzone stammende Blotnia.

Nach den 1840/43 ausgeführten Messungen führte die Rata bei Kleinwasser an der Mündung 5,0 cbm/sec mit 0,43 m/sec mittlerer Geschwindigkeit (sekundliche Abflußzahl = 3,62 l/qkm). — In die Swinia mündet unterhalb Zolkjew die Mlynowka, die einen Zufluß vom Rande der Podolischen Platte bei Glinsko empfängt, wo sich der die Swiniaquelle abtrennende Wolczaberg (+ 374 m) steil über die 130 m tiefer liegende Ebene erhebt. Der Name des Dorfes (glina = Lehm) deutet an, daß die hier betriebene Ausbeutung der Lehm- und Thonlager für gewerbliche Zwecke wohl von Alters her stattfindet. Neuerdings begann man auch die in größerer Tiefe vorkommenden Steine auszubeuten, verwandelte dabei aber den größten Theil des Niederschlagsgebietes des Glinskobaches in eine Bruchfläche, welche die ganze Bergwand ins Rutschen zu bringen droht. Diesem Uebelstande soll durch Verbauung des durch jene Sorglosigkeit entstandenen Wildbaches demnächst abgeholfen werden.

Der zweite, dicht oberhalb Krystynopol mündende große Zubringer ist die unweit des russischen Städtchens Tomaszuw entspringende Solokija, die bis

Mosty-male südöstlich am Rande des Hügellandes fließt und als Sammelrinne für die dort entspringenden Bäche dient. An diesem Orte biegt sie rechtwinklig um und verfolgt von Uhnuw ab einen nahezu östlich gerichteten Lauf mit geringem Gefälle über Belz, wo ihr sumpfiges Thal die Lößhügel des Sokaler Bezirks erreicht und deren Südrand bezeichnet. Ihr einziger bedeutender Nebenbach ist die bei Belz spitzwinklig mündende Rzeczyca mit der Szisla, welche beide nicht weit von Tomaszuw in Rußland entspringen und auf kürzerem Wege wie die Solokija nach Osten fließen. — Von rechts mündet in geringer Entfernung unterhalb Krystynopol der bei Radzjechuw entspringende Bialystok, welcher die Kreidehügel von der Sandebene trennt. Unter den übrigen rechts hinzu kommenden Bächen braucht nur der bei Skomorochy mündende Karbuw, unter den linksseitigen die streckenweise als Reichsgrenze dienende Warezanka (l.) erwähnt zu werden.

3. Bodenbeschaffenheit.

Die Quellgebiete der meisten größeren Gewässer, welche in den österreichischen Bug münden, gehören der mit Löß bedeckten Podolischen Platte und ihrer nordwestlichen Fortsetzung an, dem Lemberg—Lubliner Hügellande, einige auch den niedrigen Lößhügeln im Vorlande dieses wesentlich höheren Geländes. Das flach gegen die Sandebene auslaufende, stellenweise mit Kreideböden unterbrochene, fruchtbare Lößvorland bildet eine von Uhnuw über Zolkjew nach Busk ziehende bogenförmige Zone von 20 bis 30 km Breite. Daran schließt sich die schmälere Sandzone, deren Nordgrenze im Süden der Rzeczyca und Solokija beginnt, unterhalb Krystynopol den Bug kreuzt und südlich von Radzjechuw in das Styrgebiet übergeht. Zu beiden Seiten von Sokal und an der Reichsgrenze entlang besteht das flachhügelige Gelände wiederum aus Löß oder aus dem thonigen Verwitterungsboden des Kreidemergels, z. B. östlich vom Bug das niedrige Hügelland bei Stojanuw. Abgesehen von der unfruchtbaren Sandebene, ist der Boden an sich meistens von guter Beschaffenheit, besonders der Löß am Plattenrande und im Sokaler Bezirk, sowie der schwarze thonige Kalkboden im Nordosten. An und für sich würden die Diluvialböden des Kessellandes wohl zum Theil durchlässig sein, wenn nicht ihre flache Lage diese Eigenschaft durch Mangel an Vorfluth beeinträchtigte. Ausgedehnte Flächen im Gebiete des Löß und des Sandes sind daher mehr oder weniger versumpft und mit Torfmooren oder Brüchern bedeckt. Eine wesentliche Ursache des Uebermaßes der Feuchtigkeit in den Niederungen ist ihr Reichthum an Quellen, welche am Fuße des Höhenrandes entspringen und das oben versickerte Wasser unten zu Tag führen. Hierzu kommt, daß die aus den undurchlässigen Quellgebieten schnell abströmenden Wassermassen in den gefällarmen unteren Strecken der Nebenbäche des Bug ungenügende Vorfluth finden und weithin ausufern.

4. Anbauverhältnisse. 5. Bewaldung.

Von der 6523 qkm umfassenden Gesammtfläche des österreichischen Buggebiets dienen 3216 qkm (49,3 %) als Ackerland, 1135 qkm (17,4 %) als

Wiese, 431 qkm (6,6 %) als Weide, 1529 qkm (23,4 %) als Wald.*) Zu dem verbleibenden Reste gehören fast 30 qkm Oed- und Unland, meistens Seen, Sümpfe und Teiche — eine bedeutende Fläche, besonders im Hinblick darauf, daß am Bug, Peltew und den übrigen Gewässern keine umfangreichen Seen, sondern nur viele Teiche vorhanden sind. Hierin sowie in dem ungewöhnlich großen Prozentsatz des Graslandes (Wiesen und Weiden zusammen bedecken ein knappes Viertel des Gebiets) spricht sich die oben erwähnte große Verbreitung von ausgedehnten, meist torfigen und vielfach sumpfigen Niederungen aus. Wo von Natur oder durch Entwässerungsanlagen für genügende Vorfluth gesorgt ist, liefern die Wiesen gute Erträge. Besonders zeichnen sich diejenigen des Bugthals durch Fruchtbarkeit aus, abgesehen von der Bruchlandstrecke Dobrotwur—Krystynopol, die einer gründlichen Meliorirung ebenso bedarf wie die meisten Thalflächen im ebenen Theile des Kessellandes. Das Vorhandensein von zahlreichen Gräben, namentlich in den Alluvialthälern des Lemberger Lößgebiets, geht aus den Karten hervor. Diese Gräben scheinen indessen dem Bedürfnisse nicht zu genügen, da neuerdings hier größere Meliorationen geplant und theilweise bereits ausgeführt sind. Das etwas höher gelegene Gelände des Kessellandes ist in der Sandzone fast ganz bewaldet, während es in den mit lehmigen Bodenarten bedeckten Theilen vorzugsweise zur Ackerwirthschaft dient. Auch auf den hierher gehörigen Flächen der Podolischen Platte und des Lemberg — Lubliner Hügellandes überwiegt das Ackerland weitaus.

Einen ungefähr zutreffenden Anhalt für die Beurtheilung der Bodengüte liefern folgende Zahlen, welche das Verhältniß zwischen den mit Weizen und Gerste bestandenen Ackerländereien einestheils und den mit Roggen und Hafer bestandenen anderentheils angeben: Sokaler Bezirk 51 : 49, Kalkboden im Nordosten 41 : 59, Sandebene 26 : 74, Lößvorland 45 : 55, Hügelland 38 : 62. Am günstigsten ist also das Verhältniß auf dem fruchtbaren Lößboden, namentlich im Sokaler Bezirk und am ungünstigsten in der Sandebene.

Bevor die Bewaldungsverhältnisse betrachtet werden, sei noch kurz erwähnt, welche Meliorationen neuerdings stattgefunden haben. Ihre Kosten sind aufgebracht worden oder werden aufgebracht durch Zuschüsse von je 30 bis 40 % aus dem Landes- und staatlichen Meliorationsfonds, der Rest durch die Genossenschaften, Anlieger u. s. w. Fertiggestellt sind die Anlagen zur Entwässerung und zum Schutze vor Ueberschwemmungen mittels Ausbau der Wasserläufe an dem von links in den Peltew mündenden Dumnybache (8,3 qkm Wiesen zwischen Kukizuw und Lisko, Gesetz v. 9. Juli 1894) und an dem rechtsseitigen Peltew-Nebenbache Przegnojowka (20,3 qkm, Gesetz v. 16. Oktober 1895). Im Bau befindet sich die im 14. Kap. der 2. Abth. dss. Bds. bezeichnete Begradigung

*) Nach einer anderen Ermittlung wird der Flächeninhalt des österreichischen Antheils des Buggebiets auf 7716 qkm angegeben. Diese Zahl ist aber jedenfalls viel zu groß, da hierbei der 1687 qkm große Katastralbezirk Zloczuw ganz eingerechnet ist, obgleich derselbe nur zum kleineren Theil im Buggebiete liegt. Trotzdem weichen die Prozentzahlen der Anbaustatistik für diese Ermittlung nicht wesentlich von den oben mitgetheilten ab, da nach derselben auf Ackerland 50,8 %, Wiesen 16,7 %, Weide 6,9 %, Wald 22,4 % entfallen.

des Bug unterhalb der Peltewmündung. Ein bedeutendes Unternehmen ist der durch Gesetz v. 17. Februar 1898 beschlossene Ausbau des Peltew und einiger Nebenbäche zum Schutze vor Sommerüberschwemmungen und zur Entwässerung von 74 qkm Ländereien in 35 Gemarkungen, sowie zur Bewässerung von 36,5 qkm Wiesen, Weiden und Gärten mit dem Abwasser der Lemberger städtischen Kanalisation.

Die Sandebene enthält ausgedehnte, zum Theil vortreffliche Forsten, die zu beiden Seiten des Bug von Busk bis Krystynopol sich weithin erstrecken und durch Flößerei ausgebeutet werden. Abgesehen von den Flachlandswäldern, finden sich noch zahlreiche, wenn auch nicht so geschlossene Waldungen auf den Bodenschwellen im Norden, namentlich aber im südlichen Hügellande. Diese auf gutem Boden stockenden kleineren Wälder bestehen meistens aus Laubholz. „Von hervorragender Güte sind die Föhrenwälder der ostgalizischen Sandebene am Bug und Styr, soweit sie auf trocknem Boden stehen. — Auf den sumpfigen Stellen wird die Kiefer strauchartig oder durch Erlengebüsch ersetzt. Auf dem besseren Sande mengt sich vielfach die Stieleiche der Föhre bei. — Wir haben es hier mit jener vortrefflichen Föhre zu thun, welche man im gemeinen Leben Roth- oder Kienföhre heißt und die nichts anderes ist als die berühmte nordische Kiefer am Südrande ihrer Verbreitung.“ (Die Bodenkulturverhältnisse Oesterreichs.)

Von der 1529 qkm großen Waldfläche sind 780 (51 %) vorwiegend mit Laubholz, 749 (49 %) mit Nadelholz bestanden. 1201 qkm (78,6 %) werden als Hochwald, 328 qkm (21,4 %) als Niederwald bewirthschaftet. Nur 87 qkm befinden sich im Besitze von Gemeinden, alles Uebrige im Privatbesitz, meistens in Händen von Großgrundbesitzern. Bei etwa $^3/_4$ der Forsten ist nachhaltiger Betrieb, bei fast $^3/_5$ planmäßige Wirthschaft eingeführt. 618 qkm Wald sind noch mit Servituten zur Ausbeute der Waldstreu und zur Waldweide belastet, hauptsächlich in den Bezirkshauptmannschaften Kamionka, Zolkjew und Sokal. Die kleineren, den Bauern gehörigen Gehölze auf dem fruchtbaren Kreidemergel- und Lößboden werden allmählich ausgerodet. Die Aufforstungen in der Sandebene und an den kahlen Hängen des Hügellandes gleichen jedoch diesen Verlust reichlich aus; beispielsweise sind 1886/90 etwa 6,4 qkm Waldungen ausgerodet, 19,5 qkm aber aufgeforstet worden.

B. Das Buggebiet in Rußland.

1. Bodengestalt.

Das niedrige Hügelland, welches das Bug-Styr-Becken im Norden begrenzt, ist in der übersichtlichen Darstellung der Oberflächengestalt und der geologischen Verhältnisse (Band I) zum Bugbecken gerechnet worden, mit welchem es nach seinem geologischen Aufbau in innigem Zusammenhange steht, ebenso mit dem Lubliner Hügellande, da beide der Kreideformation angehören. Von Sokal ab durchschneidet der Bug den vor dem Quellgebiete liegenden Riegel und fließt bis zur Lugamündung bei Ustilug durch das auf + 200/250 m gelegene flachhügelige

Gelände, welches gegen Westen in das etwas höhere, bei der Betrachtung des Wjeprzgebiets beschriebene Lubliner Hügelland übergeht. Die höchsten Kuppen an der Hauptwasserscheide im Osten erheben sich nur wenig über + 260 m. Bei der zum Gouvernement Wolynien gehörigen Kreisstadt Wladimir-Wolynsk erhebt sich rechts von der unteren Luga eine mit + 231 m gipfelnde Anhöhe aus der + 180/190 m hoch liegenden sumpfig-sandigen Ebene, die nordwärts äußerst flach nach den Sümpfen des Prypetgebiets hin abgedacht ist. Der zur Linken des Bug gegen Westnordwesten ziehende Rand des Hügellandes steigt mit ziemlich steiler Böschung um 30 bis 40 m empor über die bewaldete Ebene, aus welcher noch einzelne Hügel als Vorposten des geschlossenen Höhenlandes auftauchen, durch sumpfige Niederungen von ihm getrennt. Die Kreidehügel bei Cholm (+ 228 m) und bei Lukuwek (+ 235 m) sind „die letzten Erhöhungen, von denen das Auge gegen Osten die fast steppenartigen Ebenen von Wolynien ohne Unterbrechung erblickt. An den Quellen des Prypet und seiner vielen Nebenflüsse bedecken ungeheuere Sümpfe die Ebene im ehemaligen Podlesien." (Pusch, a. a. O., Bd. I S. 36). Der Quellsumpf des Prypet liegt bei Smolary auf + 168 m, nur 2 km von der niedrigen Thalwand des bis zum Flußlaufe hier 3 km breiten Bugthales (+ 160 m) entfernt. Auf der vollen Länge von da bis zur Chrustowoer Bodenschwelle (+ 252 m) am Bialowjezer Urwalde, wo die Stromgebiete der Weichsel (Bug und Narew), des Njemen und des Dnjepr zusammenstoßen, ist die europäische Hauptwasserscheide nicht deutlich ausgeprägt, sondern zieht durch gleichförmig ebenes Gelände, dessen Meereshöhe in ganz engen Grenzen schwankt: von + 170 m im Süden und Norden bis zu + 146 m in der Mitte am Kreuzungspunkte des Bug-Dnjepr-Kanals.

In der übersichtlichen Beschreibung der Oberflächengestalt ist diese große Ebene im Osten des Bug und seines vom Bialowjezer Urwalde kommenden Nebenflusses Lesna als Polesje bezeichnet, das links vom Bug ausgebreitete Gelände als Flachland von Sjedlce, da es in der Hauptsache das nach dieser Stadt benannte Gouvernement umfaßt. Die zur Rechten der Lesna und des unteren Bug gelegenenen Landstriche werden zum Flachlande von Bialystok gerechnet.

Der zum Buggebiete gehörige Theil des Bialystoker Flachlandes hat zwischen den Flüssen Lesna und Nurzec, sowie rechts vom oberen und mittleren Nurzec flachwellige Beschaffenheit. Seine mittlere Höhenlage beträgt + 150 bis 190 m; bloß zwischen der Lesna und dem Bug erheben sich flach geformte Kuppen bei Rusily und Mjelnik über + 200 m. Weiter gegen Westen auf der schmalen Zunge zwischen Bug und Narew wird die Einförmigkeit der Ebene nur durch die eingesenkten Thalzüge und Dünenbildungen unterbrochen.

Die mittlere Höhenlage des Sjedlcer Flachlandes kann gleichfalls auf + 150/190 m angenommen werden; seine Oberfläche ist im Allgemeinen flachwellig, an manchen Stellen aber völlig eben. Im Süden liegt an der Wasserscheide des Wjeprzgebiets das See- und Sumpfland zwischen Lenczna und Parczew, neben dem sich eine flache Bodenschwelle gegen Wlodawa hin auf + 210 m erhebt. Von da ist das Gelände mit geringer Neigung gegen die sumpfige Bodensenke abgedacht, die von der unteren Tysmjenica nach der unteren Krzna zieht und überall unter + 150 m, nach Brest-Litowsk hin bis unter + 130 m Meeres-

höhe besitzt. Hier liegt die Wasserscheide zwischen Bug und Wjeprz (Tysmjenica) auf + 148 m, aber nicht etwa in einem tief eingeschnittenen Thale, wie z. B. zwischen Bjebrza und Njemen, sondern in einer fast ebenen Gegend, deren größte Anschwellungen kaum + 160 m übersteigen. Im Norden des Krznathales trägt eine niedrige Bodenschwelle die Nebenwasserscheide zwischen den linksseitigen Zuflüssen der Krzna und den rechtsseitigen Nebenbächen des unteren Bug in das Quellgebiet des Liwjec bei Sjedlce. Ihre Abzweigung zwischen Liwjec und Bug bildet südwestlich von Sokoluw ein hügeliges Gelände mit + 214 m größter Erhebung. Südwestlich von Sjedlce und westlich vom Eisenbahnknotenpunkte Lukuw, bei dem die Iwangoroder Bahn in die Warschau—Moskauer Linie mündet, befindet sich in + 180 m Durchschnittshöhe der hydrographische Knotenpunkt, von welchem die Krzna nach Osten, die Nebenbäche des Liwjec nach Norden, der Swiderbach und die Wilga in westlicher Richtung und die Bystrzyca gegen Südosten fließen. Zur Linken des mittleren Liwjec entspricht dem hügeligen Gelände bei Sokoluw ebensolches im Norden von Kaluszyn mit + 220 m größter Kuppenhöhe, das sich nach Norden und Nordwesten rasch in die sandige Ebene abdacht, welche mit + 80/90 m mittlerer Höhenlage das linke Ufer des Bug und der Mündungstrecke des Narew begleitet.

Ehemalige Zugehörigkeit des Bug zum Dnjeprgebiet.

Das Thal des Bug liegt, wie bereits erwähnt, bei Brest-Litowsk auf + 130 m und stellenweise noch niedriger. Nach Osten dehnt sich zu beiden Seiten des Muchawjec eine nur wenig höhere Niederung aus, bei der die + 150 m-Höhenlinien im Norden und Süden um rund 40 km von einander abstehen; dies ist ein Theil des im benachbarten Prypetgebiete zur größten Entfaltung gelangenden Polesje (vergl. 2. Abth. 17. Kap.). Nach Westen setzt sich diese Niederung an der Krzna und ihren rechtsseitigen Zuflüssen mit rund 18 km Abstand der + 150 m-Höhenlinie noch bis Mjendzyrzec und von da mit geringerem Abstande südwestwärts nach Radzyn, weiterhin in das breite Thal des unteren Wjeprz fort.

Im Gegensatze zu dieser ausgedehnten Niederung an der Krzna ist das untere Bugthal verhältnißmäßig schmal. Die + 150 m-Höhenlinien liegen bis Drohiczyn nirgends mehr als 6 bis 7, oft nur 1 bis 2 km von einander entfernt; vielfach erheben sich die beiderseitigen Thalwände auf + 170/180 m. Die Form des Bugthales zwischen dem ausgedehnten Becken bei Brest einerseits und Drohiczyn andererseits erinnert in manchen Beziehungen an das Warthethal zwischen Rogalinek und Obornik. Eine ähnliche Rolle, wie sie bei der Warthe die Welna spielt, scheint beim Bug der Nurzec zu spielen, dessen Thal unterhalb Drohiczyn weit in die geschlossene Fläche des über + 150 m hohen Geländes zurückspringt. Die Abzweigung der nach dem Wjeprz ziehenden Bodensenke würde dann mit der Abzweigung des Obrabruches von der Warthe bei Rogalinek in Vergleich zu bringen sein. Aehnlich wie die Oder von der Obrzyckomündung ab im Osten eine südliche Thalsenke mit der Mündung des jetzigen Warthethals verbindet, stellt die Weichsel von der Wjeprzmündung ab eine Verbindung im Osten mit der Mündung des Bug-Narewthales her. Daß der Narew große Aehnlichkeit mit der Netze

besitzt, wird bei seiner Beschreibung erörtert. Unverkennbar erinnert auch seine Lage zum unteren Bug an die Lage des Netzethales zu dem der unteren Warthe. Wie im Netzegebiet die Senke des Goplosees und der oberen Netze von Süden her mit dem ost-westlich gerichteten Thorn-Eberswalder Hauptthale zusammen trifft, so vereinigt sich im Narewgebiet der obere Narew mit der ein übermäßig breites, in seiner Form durchaus den diluvialen Hauptthälern ähnliches Thal durchfließenden Bjebrza. Das tief eingeschnittene Jagintyer Bruch stellt eine Verbindung des Narew- und Njemengebiets her, wie das Bromberger Thal eine solche des Netze- und Weichselgebiets bewirkt. So weit reicht die Aehnlichkeit.

Verschieden liegen aber die Verhältnisse in zwei wesentlichen Punkten. An der Warthe deutet Alles darauf hin, daß in der Diluvialzeit ein mächtiger Strom gegen Westen geflossen ist. Am Bug dagegen liegt die breite Niederung des Polesje nach Osten hin offen, geht in das Buggebiet unmerklich über und findet ihr westliches Ende erst im unteren Krznathale links vom Brest-Litowsker Becken. Eine zweite Verschiedenheit besteht darin, daß an der Warthe das Obrabruch eine klar ausgesprochene Thalform besitzt, die äußerst flach eingesenkte Rinne zwischen Krzna und Tysmjenica (Bug und Wjeprz) aber nicht. Letztere gleicht mehr dem Sumpfgebiete am Bialowjezer Urwald und an der Vereinigungsstelle des Oginskikanals mit der Szczara, wo eine undeutliche Trennung zwischen den Gebieten der Ostsee und des Schwarzen Meeres noch jetzt besteht. Hier und in dem von Radzyn über Parczew nach der Wlodawka ziehenden Sumpf- und Seelande, das jetzt nach dem Wjeprz und dem Bug entwässert, mag eine solche undeutliche Trennung auch vielleicht ehemals bestanden haben.

Sollten nähere Untersuchungen ergeben, daß der untere Bug wirklich ein jüngeres Durchbruchsthal durchfließt, wie es den Anschein hat, so wäre anzunehmen, daß vor der Ausbildung dieses Thales der Bug zum Dnjeprgebiete gehörte, die Hauptwasserscheide also zwischen Bug und Wjeprz lag bis in die Gegend von Lukuw, von dort aber (etwa über Mjelnik) nach dem Narewgebiete zog. Das bogenförmig den Brest-Litowsker Thalkessel im Westen umgrenzende Höhenland, das die Krzna und die Lesna fast auf einem Punkte zusammenführt, wäre dann der natürliche Abschluß des Dnjeprgebiets gewesen, wie es der natürliche Abschluß des Polesje auch jetzt noch ist.

2. Gewässernetz.

a) Nebenbäche oberhalb der Muchawjecmündung.

Auf S. 125/6 haben wir schon erwähnt, daß der Bug zwischen dem Becken des Quellgebietes und dem Brest-Litowsker Thalbecken keinen einzigen bedeutenden Zufluß erhält. Aus dem linksseitigen Sokaler Hügellande kommt die unweit der Kreisstadt Hrubjeszuw mündende Huczwa, deren nordwärts gerichteter, zuletzt nach Osten umbiegender Lauf links einige fast genau östlich fließende Bäche vom Lubliner Hügellande aufnimmt. Auch ihr nordöstlich von Tomaszuw, nur 4 km von der Wjeprzquelle entfernt, entspringender Quellbach hat diese Richtung. Das Thal der Huczwa, von 20 bis 30 m hohen Hügeln begrenzt, erweitert sich oft auf 1 bis 2 km Breite und ist mit nassen Wiesen bedeckt, ähnlich wie die meisten

Thäler des Lubliner Kreidemergel- und Lößgebietes, welche bis zum Quellenhorizont eingeschnitten sind. — Die Entwässerung des rechtsseitigen Sokaler Hügellandes wird durch die bei Ustilug mündende Luga bewirkt, ihr Gewässernetz bietet ein Spiegelbild von dem der Huczwa, da sie in ihrem nördlich gerichteten, zuletzt nach Westen umbiegenden Laufe vorzugsweise westlich gerichtete Zuflüsse von rechts empfängt. Der linksseitige Nebenbach Strib bildet auf kurze Strecke die Reichsgrenze zwischen Rußland und Oesterreich. Oberhalb Wladimir-Wolynsk besteht die Sohle des ziemlich tief eingeschnittenen Lugathales gleichfalls aus nassen, vielfach sumpfigen Wiesen, an zwei Stellen aus Sumpfseen. Unterhalb jener Stadt ist das Thal eng und von stark geböschten, etwa 15 m hohen Gehängen eingefaßt.

Von den übrigen Seitengewässern des mittleren Bug sind nur folgende zu erwähnen: die von links kommenden Nebenbäche Ucherka (unterhalb Opalin) und Wlodawka (bei Wlodawa), ferner die rechtsseitigen Nebenbäche Kopajowka (unterhalb Slawatycze) und die Spanowka (bei Przyluki). — Die Ucherka entspringt in einem sumpfigen Thale am Rande des Lubliner Hügellandes und fließt über Cholm nordwärts, zuletzt ostwärts durch das von dort nach Lukuwek hin ausgebreitete Sumpf- und Sandgebiet. — Die Wlodawka bildet den Abfluß des zur Seengruppe der Tysmjenica gehörigen Wjelkjesees (+ 166 m) bei Wytyczno, in dessen Nähe einige sehr ausgedehnte Sümpfe und Moore gleichfalls in sie entwässern. Kurz vor der Mündung erweitert sich ihr gegen Ost-zu-Nord gerichteter Lauf zum Wlodawaer See (+ 155 m). Auch ihre von rechts einmündenden Nebenbäche werden aus kleinen Seen und großen Sümpfen gespeist.

Die bedeutendsten, noch nicht vertorften Wasserflächen liegen indessen in der östlichen Fortsetzung des bei Lenczna beginnenden Landstriches zur Rechten des Bug, namentlich der Pulemjeckje-, Switjaz-, Lukje-, Orzechowo- und Tur-See nebst vielen mittelgroßen und kleinen Seen, sowie umfangreichen Sümpfen und Mooren, sämmtlich in einer Meereshöhe, die wenig über oder unter + 160 m beträgt. Der Prypet nimmt hier seinen Ursprung und fließt nahe bei den genannten Seen vorbei gegen Nordosten. Ihre Entwässerung erfolgt jedoch gegen Nordnordwest durch die Kopajowka und durch die linksseitigen Nebenbäche des Muchawjec gegen Norden nach dem Bug. — Auch die Spanowka (Pryrwa) fließt aus dem rechtsseitigen Sumpfgebiete gegen Nordnordwest in den Hauptfluß.

b) Der Muchawjec und seine Seitengewässer.

Von den linksseitigen Zuflüssen des Muchawjec ist am bedeutendsten die beim Dörfchen Podlesje von Süden in den Muchawjec mündende Ryta, die aus den Sümpfen im Norden des Tursees kommt, den Lukowoer See durchfließt und bei Wjelkoryta links die Maloryta aufnimmt, den Abfluß des Orzechowoer Sees und der benachbarten offenen oder vertorften Becken. Die südwestlich vom Orzechowoer See gelegenen großen Seeflächen liefern einen Theil ihres Abflusses durch einen vom Quellgraben der Kopajowka abzweigenden Seitengraben in das Muchawjecgebiet. Der Tursee hat gleichfalls doppelten Wasserabzug, erstens durch einen von rechts in die Ryta mündenden Graben, zweitens durch den nordostwärts gerichteten, in etwa 8 km Abstand mit dem oberen Prypet parallel

führenden Turskijkanal, der vom Orjechower See ab als Orjechowskikanal nordwärts zum Dnjepr-Bug-Kanal zieht, mit welchem er sich bei Borodiczi vereinigt. Links vom Orjechowskikanal liegt der kleine Lubansee, bei dem zwei Abzugsgräben des Dubowosumpfgebiets ihren Anfang nehmen. Der nordöstliche mündet in den letztgenannten Kanal, der nordwestliche als Kobrinskikanal bei der Kreisstadt Kobrin in den Muchawjec. Die fast ganz künstlich hergestellte Linie des Dnjepr-Bug-Kanals von Borodiczi über Gorodec nach Ostromecz benutzt in der letzten Strecke das Bett eines Baches, der ebenfalls Muchawjec heißt und bei Ostromecz von Osten in den von Norden kommenden Quellbach des Muchawjec mündet. Auch seine oben erwähnten Nebenbäche sind zur besseren Speisung des genannten Kanals großentheils begradigt und geräumt oder vollständig neu als Kanäle ausgeschachtet worden.

Der Ursprung jenes Quellbaches liegt in den Sümpfen am Bialowjezer Urwalde, aus denen auch die Jasiolda (Dnjeprgebiet), die Lesna und der Narew stammen, nördlich von der Kreisstadt Pruzany. Bis zur Eisenbahnlinie Warschau—Moskau (Brest—Minsk) wird das südlich gerichtete, sumpfige Thal des **Muchawjec** von niedrigen Anhöhen begleitet; dann tritt es vollständig in die Sumpfebene des Polesje ein und erreicht erst bei Ostromecz wieder zusammenhängendes, sehr flaches Höhenland. In dieses bis nach Brest-Litowsk durchschnittlich auf + 140 m liegende Gelände ist das westlich gerichtete, meist 0,5 bis 0,6 km breite Muchawjecthal mit zuletzt etwa + 130 m Sohlenhöhe eingeschnitten. Die Thalsohle besteht aus Torfmoor auf sandigem Untergrunde, in welchen das bei Mittelwasser 20 bis 50 m breite, 1,4 bis 1,7 m tiefe Bett eingreift. Ueber die zur Schiffbarmachung des Muchawjec ausgeführten Bauten wird bei der Beschreibung des Bug-Dnjepr-Kanals (2. Abth., Kap. 17) berichtet. Sieht man von den hierfür angelegten Staustufen ab, so beträgt das mittlere Gefälle von Ostromecz (+ 145 m) bis zur Mündung bei Brest (+ 127 m) auf 90 km Länge 0,200 ‰ (1 : 5000), im Oberlaufe vom Quellsumpf (+ 160 m) bis Ostromecz auf 43 km Länge 0,349 ‰ (1 : 2870), im Ganzen auf 133 km Lauflänge bei 33 m Fallhöhe 0,248 ‰ (1 : 4030). Die Luftlinien sind für den Oberlauf 38, für den Unterlauf 62, für den Gesammtlauf 80 km lang, was einer Entwicklung von 13,2, 45,2 und 66,3 % entspricht. Diese Entwicklung rührt hauptsächlich von den Richtungsänderungen des Thals her, da der Muchawjec im Oberlaufe von Natur eine schlanke Form besitzt und im Unterlaufe bei der Kanalisirung begradigt worden ist.

Nach Stuckenberg's Mittheilung war der Fluß früher nur im Frühling auf wenige Wochen schiffbar, während er jetzt in der eisfreien Jahreszeit vom Anfang April bis Mitte November für den Wasserverkehr zwischen dem Weichsel- und Dnjeprgebiet benutzt wird, der allerdings in trocknen Sommern manchmal Stockungen erleidet. Das Hochwasser überschwemmt nach der Schneeschmelze die ganze Thalsohle und schwillt 1,5 bis 2 m über das sommerliche Mittelwasser an. Nach zwei bis drei Wochen ist die eigentliche Fluthwelle abgelaufen; jedoch halten bordvolle Wasserstände noch bis in den Juni vor. Die über den Muchawjec führenden Straßen- und Eisenbahnbrücken haben für die Abführung des Hochwassers 120 bis 150 m Lichtweite erhalten. Von Eisenbahnen wird er an vier

Stellen überschritten: zweimal (bei Gorodec und Kobrin) von der Zweigbahn Zabinka—Pinsk, zweimal bei Brest von den nach Kowel und nach Cholm führenden Bahnlinien. Unterhalb der letzten Eisenbahnbrücke mündet der Fluß mit drei Armen in den die Festung Brest durchfließenden Bug. Die zum Gouvernement Grodno gehörige Stadt Brest-Litowsk liegt am rechten Ufer des Muchawjec zwischen den beiden von Süden kommenden Bahnlinien, die sich hier mit der west-östlich gerichteten Warschau—Moskauer Bahn vereinigen, während nach Norden die Linie Brest—Prostken(—Königsberg) führt. Die günstige Lage der Stadt an einem wichtigen Knotenpunkte des Eisenbahn- und des Gewässernetzes hat seit ihrer 1832 erfolgten Neuanlage ein rasches Aufblühen bewirkt, so daß sie an Handel, Gewerbthätigkeit und Einwohnerzahl die Gouvernementshauptstadt übertrifft.

c) Uebrige Zuflüsse des Beckens von Brest-Litowsk.

Etwa 15 km unterhalb der Muchawjecmündung ergießt sich links die Krzna in den Bug, deren Bedeutung für das Gewässernetz des Hauptflusses auf S. 134/5 bereits gewürdigt ist. Ihre Quelle liegt im Jatamoore bei Zdzary am hydrographischen Knotenpunkte westlich von Lukuw. Von dieser Stadt ab fließt ein zweiter Quellbach gleichen Namens mit der Krzna parallel gegen Osten und vereinigt sich mit ihr bei Mjendzyrzec. Unterhalb Biala ergießt sich links die südöstlich gerichtete Klukowka, 10 km weiter flußabwärts rechts die nordnordöstlich gerichtete Zjelawa, die nebst ihrem linksseitigen, bei Rossocz mündenden Nebenbache Mulawa aus dem sandig-sumpfigen Gelände zwischen Parczew und Wlodawa kommt. Der bei Dukoduw links mündende Nebenbach Zarnica entsteht aus den Abzugsgräben des Sumpfgebietes im Norden von Parczew, das eine zweite Entwässerung südwärts nach der Piwonia (Wjeprzgebiet) besitzt. Mit Ausnahme weniger Stellen sind diese Wasserläufe überaus flach in das niedrige Seitengelände eingeschnitten, ihre Thäler oft 1 bis 2 km breit und mit moorigen Wiesen bedeckt. Das mittlere Gefälle der auf 100 km Länge flößbaren Krzna beträgt von der Quelle (+ 166 m) bis zur Mündung (+ 125 m) auf 111 km Länge 0,369 ‰ (1 : 2710), die Entwicklung in Bezug auf die 84 km lange Luftlinie 32,1 %.

Etwa 6 km unterhalb der Krznamündung ergießt sich von rechts die Lesna (Ljesna) in den Bug, nachdem sie von Tjuchenicze ab am Nordrande des Bugthales entlang geflossen ist. Die sumpfigen Ländereien, welche sich von Tjuchenicze in Richtung des von Norden kommenden Lesnathales nach Brest-Litowsk ziehen, lassen vermuthen, daß ehemals die Lesna hier ihren Weg nach dem Muchawjec genommen hat. Bei Uchlany oberhalb des Städtchens Kamjenjec-Litowsk entsteht sie aus den beiden Quellbächen Lesna-prawa und Lesna-lewa. (Rechte und Linke Lesna). Letzterer Bach nimmt seinen Ursprung im Czapelskisumpfe (+ 159 m), der südöstlichen Verlängerung des Dziki-Nikor-Sumpfes, aus dem die Narewka abfließt, unweit Szereszowo. Der südliche Theil des Bialowjezer Urwaldes entwässert in beide Quellbäche. Die flößbare Lesna-prawa durchschneidet ihn auf große Länge, da ihr Ursprung an seiner Westgrenze bei Dubiny liegt, 15 km südlich vom Zusammenflusse des Narew

und der Narewka. Nimmt man diese Quelle (+ 165 m) als Hauptquelle an, so beträgt das mittlere Gefälle der Lesna bis zur Mündung (+ 124 m) auf 122 km Lauflänge 0,336 ‰ (1 : 2980), die Entwicklung in Bezug auf die 69 km lange Luftlinie 76,8 %. Die Entwicklung ist groß, weil das im Allgemeinen südlich gerichtete Thal bis Uchlany Richtung gegen Südosten und von da bis Troscianica gegen Südwesten hat, außerdem aber zahlreiche kleinere Krümmungen besitzt.

Oberhalb Uchlany liegt der Flußlauf mit wenigen Seitenarmen in einem breiten, ganz allmählich in das flache Seitengelände übergehenden Sumpfthal, ebenso die Lesna-lewa. Von Uchlany abwärts bildet er dagegen häufig Verästelungen in dem aus nassen Wiesen bestehenden, selten unter 1 km, oft 2 bis 3 km breiten Thale, das aber im Gegensatze zu den oberen Strecken von scharf markirten, manchmal stark geböschten Thalwänden eingefaßt wird, deren Ränder 20 bis 30 m hoch über die Thalsohle ansteigen. Die bei Uchlany beginnende Flößerei wird durch zahlreiche Mühlenwehre behindert. Im Sommer ist das bei Kamjenjec 10 bis 15, weiter unterhalb bis zu 20 m breite Bett meist nur auf geringe Tiefe gefüllt. Im Frühjahre überschwemmt das Schneeschmelzwasser einen bis zwei Monate lang den ganzen Wiesengrund. Die Eisenbahnbrücke der Linie Brest—Prostken bei Skoki hat zur Ableitung des Hochwassers etwa 180 m Lichtweite erhalten. — Ein bedeutender Nebenbach der Lesna-prawa ist die bei dem gleichnamigen Gehöfte im Bialowjezer Urwalde von rechts mündende Biala, die aus zwei östlich gerichteten Quellbächen entsteht, deren Quellen im Osten des Städtchens Kleszczele liegen.

d) Rechtsseitige Zuflüsse des unteren Bug.

Von dem hier befindlichen hydrographischen Knotenpunkte fließen außerdem die Orlanka nordwärts zum Narew und der bei Stawiszcze entspringende Nurzec nach Westnordwest ab. Von Kleszczele bis oberhalb Bransk hat der Oberlauf dieses Flusses ein 3 bis 4 km breites, von 20 m hohen Anhöhen mit flachen Böschungen besäumtes Sumpfthal. Der Höhenzug zur Rechten trägt nahe beim Flusse die Wasserscheide des Narewgebiets. Vom linksseitigen Höhenzuge kommen einige nordwärts gerichtete Bäche, namentlich bei Bocki der Nurczyk. Bis zur Mündung der von rechts kommenden Mianka oberhalb Wyszonki ist das Thal weniger breit und nur flach eingeschnitten. (Der wichtigste Quellbach der Mianka, die Tloczewka, durchfließt dieselbe nord-südliche, flach eingeschnittene und sumpfige Thalrinne, welche gegen Norden von der in den Narew mündenden Slina benutzt wird.) Bei Wyszonki biegt der Nurzec gegen Südwesten um und erreicht den Bug über Cjechanowjec bei Slepowrony. Dabei fließt er zunächst am Rande des 3 km breiten Osuwkasumpfes entlang, sodann aber durch ein wenig über 1 km breites, um 15 bis 20 m eingeschnittenes Thal, das mit ziemlich hoch liegenden, theilweise sandigen Wiesen bedeckt ist. Zur Flößerei wird der Nurzec angeblich bis nahe zur Quelle auf 96 km Länge benutzt.

Das bei Bransk 15 bis 20 m, unterhalb Cjechanowjec etwa 40 m breite Bett des Nurzec hat in den oberen Strecken niedrige torfige, im Unterlaufe 1 bis 2 m hohe sandige Ufer. Zu beiden Seiten der Miankamündung ist der

Flußlauf verästelt, im Uebrigen meist einheitlich geformt, aber reich an Krümmungen. Die Entwicklung des 98 km langen Laufes beträgt in Bezug auf die 67 km lange Luftlinie von der Quelle (+ 176 m) bis zur Mündung (+ 105 m) etwa 46,3 %, das mittlere Gefälle 0,724 ‰ (1 : 1380). Der Nurzec ist also gefällreicher als die übrigen Nebenflüsse des Bug, weshalb seine Hochfluthen ziemlich stürmisch verlaufen und zuweilen die Holzbrücken beschädigen. Außer im Frühjahre sollen auch im Herbste öfters Hochwassererscheinungen eintreten. Die bei Bransk beginnende Flößerei wird durch die Mühlenwehre behindert und hat nur geringe Bedeutung. Von der Mündung aufwärts bis zur Mianka bildet der Nurzec die Grenze zwischen Polen und Litauen, jetzt zwischen den Gouvernements Lomza und Grodno.

Nahe bei den Quellbächen der Mianka entspringt unweit Mazowjeck der Brok, im unteren Laufe Broczysko genannt, der gegen Westsüdwest ein schmales, stellenweise ziemlich tief eingeschnittenes Thälchen durchläuft und oberhalb Brok in den Bug mündet. Die übrigen rechtsseitigen Nebenbäche des unteren Bug haben keine Bedeutung.

e) Linksseitige Zuflüsse des unteren Bug und Narew.

Von den linksseitigen Zuflüssen des unteren Bug verdient nur der Liwjec einer Erwähnung. Von seiner östlich der Gouvernementshauptstadt Sjedlce gelegenen Quelle (+ 160 m) bis zur Mündung bei Kamjenczyk (+ 82 m) ist sein nordwestlich gerichteter Lauf 120 km lang. Das mittlere Gefälle beträgt daher 0,650 ‰ (1:1540), seine Entwicklung in Bezug auf die 81 km lange Luftlinie rund 48,1 %; diese ziemlich große Entwicklung rührt von zahlreichen kleineren Krümmungen des Thales und des Flußlaufs im Thale her. Seinen Ursprung nimmt er in den Moorwiesen bei Prochenki, die sich an Sjedlce vorüber bis nach Niwiska fortsetzen, wo das bis dahin flach eingeschnittene Thal zur Rechten von 40 m hohen Gehängen eingefaßt wird. Kurz zuvor erhält er links die nordwärts gerichtete Muchawka aus dem Sumpflande bei Jastrzembje. In der mittleren Strecke fließt der Liwjec durch ein 1 bis 1,5 km breites, von 15 bis 20 m hohen Thalwänden eingefaßtes, öfters versumpftes Wiesenthal bis unterhalb Wengruw. Aehnlich geformt ist das untere Thal des bei Proszew links mündenden Kostrzynbachs, der vom hydrographischen Knotenpunkte bei Lukuw kommt und im Quellgebiete ausgedehnte Bruchflächen mit moorigen Wiesen und Niederwald durchzieht; seine am meisten östlich gelegene Quelle bei Jastrzembje steht nur wenige Kilometer von den Muchawkaquellen ab. Unterhalb Wengruw beginnt das sandige Nordwestgehänge des Flachlandes von Sjedlce, in welchem der Liwjec kein deutlich begrenztes Thal besitzt, obgleich mehrfach die das Gehänge durchziehenden Dünenketten dicht neben dem Flusse Steilränder bis zu 15 m Höhe aufweisen. Das oberhalb 20 bis 40 m breite Bett erweitert sich im Unterlaufe bis zu 100 m, ist aber mit vielen Sänden durchsetzt, die nur bei Hochwasser überschwemmt werden und den auf 44 km Lauflänge stattfindenden Floßverkehr zuweilen behindern. Die unweit Jaduw links mündende Osownica liegt mit dem größten Theile ihres Laufes in diesem Landstriche.

Die Osownica und ihre Nebenbäche gehören zu den Wasserläufen, welche von der im Norden des Städtchens Kaluszyn liegenden, bis zu + 220 m hohen Bodenschwelle fächerförmig gegen Norden bis Westnordwesten abfließen. Im Oberlaufe haben sie starkes Gefälle und schmale, ziemlich tief eingenagte Thälchen, im Unterlaufe geringes Gefälle und keine markirten Thalwände. Bloß dort, wo sie die hier besonders reich entwickelten Dünenzüge durchschneiden oder zwischen solchen entlang fließen, erheben sich oft beträchtliche Anhöhen nahe bei den Ufern. Am wichtigsten sind unter diesen Wasserläufen die in den unteren Narew mündenden Bäche Rzondza (oberhalb Zegrze) und Czarna (gegenüber Zegrze). Die Rzondza durchbricht den Dünengürtel, der sich hier bogenförmig um das Städtchen Radzymin zieht, von Los ab, die Czarna bei Pustelnik, ihr Nebenbach Zonza (Czarna-Struga) bei Marki. Letztere beiden Wasserläufe verliefen sich früher in der 3 bis 4 km breiten, nordwärts gerichteten Moorniederung, welche von Praga (an der Weichsel) nach dem Narewthale gegenüber Zegrze zieht und durch mehrere Abzugskanäle entwässert worden ist. Bei Juzefow zweigt von dieser Niederung spitzwinklig ein Seitenarm ab, den der unweit Praga beginnende Brudnowskikanal durchzieht; seine Mündung erfolgt in den Narew gegenüber Dembo. Die Mündungsstrecke der Czarna heißt Krulewskikanal. In ihn mündet der Nowy-Kanal, dem das Wasser der Zonza durch den Markowskikanal zugeführt wird. Längs der Niederung des Brudnowskikanals bildet die linksseitige, mit dem Weichselstrome parallele Dünenkette auf lange Strecke einen Steilrand von 20 bis 30 m Höhe.

3. Bodenbeschaffenheit.

Im südlichen Theile des russischen Buggebietes gehört die geologische Unterlage vollständig, vielfach aber auch die Oberfläche der Kreideformation an. Vom Wjeprz bei Krasnystaw aus verbreitet sich (Pusch, „Geognost. Bschrbg. v. Polen", II S. 332) ein Zug schreibender Kreide, die aber nur inselartig hier und da aus dem Alluvium hervorragt, weit gegen Norden. Hierher sind zu rechnen die auf der geologischen Karte nur zum Theil angegebenen Vorkommnisse bei Cholm, Sjedliszcze, Konstantinowka und Lukuwek zwischen Wjeprz und Bug, ferner bei Wlodawa, Koden, Terespol, Mjelnik und Drohiczyn am Bug, sowie bei Bransk am Nurzec, außerdem im oberen Narewgebiete von Suraz am Narew bis Lipsk an der Bjebrza. Von Krasnystaw aus gegen Südosten erfüllt die Kreide das ganze Gebiet des Wjeprz und das der Huczwa bis zum Bug; von Tomaszuw überschreitet es dann die galizische Grenze. Ebenso breitet sie sich östlich vom Bug im südlichen Wolynien aus.

Der auf großen Flächen die Unterlage des fetten Weizenbodens bildende Kreidemergel, den man in Polen allgemein opoka nennt, zeigt drei Spielarten, je nachdem Kalk oder Thon oder Sand in ihm vorherrschen. (Pusch a. a. O. Bd. II S. 339.) Die kalkige Spielart kommt am häufigsten vor und verläuft sich einerseits in wirkliche Kreide, andererseits in dichte, flachmuschelige, dem Jurakalke ähnliche Kalksteine. Durch die Einwirkung von Luft, Wasser und Frost zerfällt dieser Kreidemergel schnell in dünne, scheibenförmige Bruchstücke. Die

mehr thonige Spielart ist dunkler gefärbt, mehr mit Glimmer gemengt und zuweilen bituminös. Die sandige Spielart, mit sehr feinen Sandkörnchen und Glimmerblättchen innig gemengt, verläuft sich manchmal in einen kalkigen, feinkörnigen Sandstein, z. B. an der Wasserscheide zwischen Lenczna und Cholm. Wo der Kreidemergel frei liegt, zerfällt er nach kurzer Zeit in einen fetten, etwas zähen Thon, der sich mit dem Humus zur fruchtbarsten Bodenart Polens mengt. Der Diluviallehm, welcher den betrachteten Landstrich großentheils bedeckt, hat viel Kreidemergel aufgenommen und sich so innig mit demselben verbunden, daß man ihn gewissermaßen als eine Fortbildung der Kreide betrachten kann: ein Weizenboden erster Klasse. Wo die Lehmbedeckung fehlt, bildet der Kreidemergel einen nicht sehr mächtigen schwarzen, mit vielen Kreidebröckchen gemengten Boden, der in Polen den Namen rendzina führt; seine Fruchtbarkeit hat bereits auf S. 100 Erwähnung gefunden. Besonders verbreitet ist dieser schwarze Kreideboden im Kreise Hrubjeszuw am linken und im wolynischen Kreise Wladimir am rechten Bugufer.

Das ebene Gelände zu beiden Seiten des mittleren Bug im Norden des Kreidegebietes bis zum Niederschlagsgebiete der Krzna und bis jenseits des Muchawjec besteht aus Sandboden, der großentheils mit ausgedehnten Moor- und Sumpfflächen überlagert ist, in dem hierher gehörigen Theile des Polesje fast ganz aus jungquartären Sumpfbildungen, welche von kleinen Sandinseln hier und da unterbrochen werden. Nur im Nordwesten des Polesje zwischen Muchawjec und Lesna besteht das höher gelegene wellige Flachland aus Diluviallehm. Vorwiegend reinen oder sandigen Lehmboden haben ferner die höheren Lagen des Krznagebietes und die Bodenschwelle zur Linken des unteren Bug von der Krznamündung bis Drohiczyn; bloß die flachen Ränder der breiten Alluvialthäler sind hier mit Sand bedeckt. Im oberen Liwjecgebiete und im anschließenden Theile des Sjedlcer Flachlandes bis zum Bug herrscht Sandboden vor, der in den Quellgebieten des Liwjec und seiner linksseitigen Nebenbäche oft mit Torfmoorbildungen abwechselt. Der nordwestliche Theil des Flachlandes von Sjedlce besteht in den hohen Lagen aus Diluviallehm, auf dem zum Bug und unteren Narew abfallenden Gehänge aus Sand mit zahlreichen Dünen und Moorniederungen.

Der zum Bug entwässernde Theil des Flachlandes von Bialystok weist im Osten zwischen Lesna, Nurzec und Bug vorwiegend Diluvialsand auf, an den Lesnaquellen ausgedehnte Sümpfe und längs der Wasserläufe breite Alluvialthäler. Im mittleren Theile zwischen Bug und Nurzec, sowie zur Rechten dieses Flusses an der Mianka nimmt der Lehmboden große Flächen des Höhenlandes ein. Der ehemals neu-ostpreußische Kreis Drohiczyn wird von v. Holsche zu den am besten kultivirten Landschaften des preußischen Polens gerechnet und besonders die Gegend von Mazowjeck als fruchtbar bezeichnet. Soweit sich das Gelände von der Warschau—St. Petersburger Eisenbahn übersehen läßt, zeigt es zwischen den Bahnhöfen Malkin und Lapy großentheils fruchtbaren, gut bebauten Lehmboden, der mit einigen sandigen Strichen wechselt. Vom Nurzec bis zum Broczysko folgt wiederum ein sandiger Strich. In dem schmalen Streifen, der von Ostruw und Brok am rechten Ufer des Bug entlang zieht, herrscht meist sandiger oder reiner Lehmboden vor.

Im großen Ganzen überwiegen in den höheren Lagen des Buggebietes undurchlässige Bodenarten, namentlich im südlichen Hügellande der Kreidemergel, im Krznagebiete, im Nordwesten des Flachlandes von Sjedlce und im Nurzecgebiete der Geschiebelehm. Die durchlässige Beschaffenheit des Sandbodens, der hauptsächlich in den niedrigen Lagen und auf den ebenen Theilen des Höhenlandes vorherrscht, wird durch die flache Geländeform und das geringe Gefälle derart beeinträchtigt, daß fast überall ausgedehnte Sümpfe und Torfmoore entstanden sind, namentlich in dem an offenen und verwachsenen Seen überaus reichen Landstriche östlich und westlich von Wlodawa, im Polesje, an der oberen Lesna und am oberen Liwjec.

4. Anbauverhältnisse. 5. Bewaldung.

Von dem 31 857 qkm betragenden russischen Antheile des Buggebiets werden nur 45,0% als Ackerland benutzt. 13,0% sind Wiesen, 7,3% Weiden, 23,8% Wald. Die land- und forstwirthschaftlich unnutzbaren Flächen nehmen wegen der großen Ausdehnung der Sümpfe 10,9% der Gesammtfläche ein. Von der 7596 qkm großen Waldfläche bestehen 75,9% aus Hochwald, 24,1% aus Niederwald, dementsprechend 70% aus Nadel- und 30% aus Laubholz. Etwa zwei Drittel (67,2%) befinden sich im Besitze von Privaten, 8,4% im Besitze von Gemeinden und Körperschaften, 24,4% im Staatsbesitz. Die große Verbreitung des aus Erlen-, Birken- und anderem Buschholze bestehenden Niederwaldes rührt davon her, daß viele sumpfige Ländereien mit Ausschlaggehölzen bestockt sind. Laubholz-Hochwald kommt wohl nur auf dem Kreidehügelland am Beginne des mittleren Bug vor, wo Eichen, Buchen und Ulmen vortrefflich gedeihen. Die meisten Wälder bestehen aus Nadelholz, vornehmlich Kiefern, oft mit Birken gemischt, seltener aus Fichten und Tannen. Größtentheils werden sie schlecht in Stand gehalten und unterliegen, mit Ausnahme der Staatsforsten, meistens keiner planmäßigen Bewirthschaftung.

Das vorwiegend sehr fruchtbare Hügelland am Anfange des mittleren Bug zeigt ähnliche Anbauverhältnisse wie das benachbarte Wjeprzgebiet. Der schwarze Kreidemergelboden und der Löß tragen beide vortrefflichen Weizen, herrliche Gerste, alle viel Nahrung erfordernden Hülsenfrüchte und Futterpflanzen, im Kreise Hrubjeszuw auch Zuckerrüben. Der Weizen giebt oft das achte und zehnte, ja in besonders fruchtbaren Jahren das sechzehnte Korn. Hierher gehört der Antheil, den das Gouvernement Lublin am Buggebiet hat, größtentheils und von dem am Bug entlang ziehenden wolynischen Kreise Wladimir (Wlodzimjerz) die südliche Hälfte. Seine nördliche Hälfte und die Nordostecke des Gouvernements Lublin bei Cholm besitzen auf dem sandigen Boden viel Wald; Cholm ist der Sitz einer Kaiserlichen Oberförsterei.

Von Opalin ab wird das linksseitige Buggebiet vom Gouvernement Sjedlce eingenommen; bloß die Nordwestspitze bildet einen Theil des Warschauer Gouvernements. Die südöstliche Spitze ist stark bewaldet bis zum Krznathale; auch im Norden der Krzna liegen einige von der Kaiserlichen Oberförsterei Januw bewirthschaftete Forsten. Das nordwestliche Gelände des Gouvernements Sjedlce

enthält zahlreiche mittelgroße Waldungen, namentlich an der linken Seite des Bug von Drohiczyn abwärts und in der Gegend von Lukuw, wo gleichfalls eine Kaiserliche Oberförsterei ihren Sitz hat. Gewöhnlich stocken die Wälder auf sandigem oder sumpfigem Boden, der den Anbau nicht lohnen würde. Der lehmige oder sandig-lehmige Boden, auch der bessere Sandboden ist größtentheils in Ackerland umgewandelt, das zwar keine so guten Erträge wie im Gouvernement Lublin, aber doch ansehnliche Ernten an Roggen und Hafer liefert, Weizen nur wenig, Zuckerrüben im Kreise Sokoluw. Sehr ausgedehnt, aber vielfach von schlechter Beschaffenheit sind die Wiesen im Südosten und am oberen Liwjec. Wegen seines Reichthums an Wiesen zeichnet sich das Gouvernement Sjedlce durch bedeutenden Viehstand vor den übrigen polnischen Landestheilen aus. Die Kreise Nowo-Minsk und Radzymin des Gouvernements Warschau im Dreieck zwischen Bug-Narew und Weichsel sind auf den sandigen Strecken stark bewaldet, fast ausschließlich mit Kiefernwald, in welchem Birken und Erlen eingesprengt vorkommen.

Das rechtsseitige Buggebiet von Wlodawa abwärts gehört bis zum unteren Nurzec zum Gouvernement Grodno, der schmale Streifen im Westen des Nurzec zum Gouvernement Lomza. In letzterem liegen die großen, von den Kaiserlichen Oberförstereien Wyszkuw und Brok verwalteten Forsten am rechten Ufer des Bug zwischen diesen beiden Orten. Im südwestlichen Theile des Grodnoer Gouvernements befinden sich zusammenhängende Wälder von großer Ausdehnung nur noch an den Lesnaquellen und im Polesje, mittelgroße Forsten hauptsächlich zwischen dem Nurzec, dem Bug und der Lesna. Der Anbau von Getreide beschränkt sich hauptsächlich auf Roggen und Hafer. Weizen wird fast nur in dem lehmigen Landstriche zwischen Muchawjec und Lesna gebaut, der zu den Kreisen Kobrin und Pruzany gehört. Ueber den Bialowjezer Urwald an den Lesnaquellen enthält die Gebietsbeschreibung des Narew einige Angaben (vergl. Kap. 7). Die Waldungen des Polesje stocken hauptsächlich auf den inselartigen Sandschollen des Sumpfgebietes und auf den weniger tiefen Sümpfen, deren Holzbestände indessen nur geringen Nutzungswerth besitzen. Ueberall herrscht die Kiefer vor, neben ihr die Fichte und Birke, auf den sumpfigen Böden die Erle. In den tieferen Sümpfen läßt die moorige Beschaffenheit des Bodens und seine übermäßige Nässe keinen Baumwuchs aufkommen. Zunächst den Wasserstraßen sind die Wälder großentheils gelichtet, und das gerodete Gelände dient zum Anbau von Getreide für den Bedarf der ärmlichen Ortschaften, deren Bewohner sich vorzugsweise von Wiesenwirthschaft, Holzarbeit und Flößerei ernähren. Weitere Mittheilungen über das Polesje und die zu seiner Trockenlegung unternommenen Anlagen enthält die Beschreibung des Bug-Dnjepr-Kanals. (Vergl. 2. Abth. 17. Kap.)



1. Abtheilung. 7. Kapitel.

Das Gebiet des Narew in Rußland.

1. Bodengestalt.

Der Narew*) und sein Nebenfluß Bjebrza (russisch: Bobr) bilden die gemeinsame Sammelrinne für die vom Preußischen Landrücken südostwärts abfließenden Gewässer. Ihre Quellgebiete, das hügelige Seenland des preußischen Masuren, gehören dem Deutschen Reiche an und werden besonders betrachtet (vergl. Bd. IV, 1. Abth. 10. Kap.). Zu Rußland gehört nur das Quellgebiet der Rospuda, aus welchem der Augustowskikanal gespeist wird. Der südöstliche Abhang des Landrückens besteht größtentheils aus ebenem Gelände, das bereits innerhalb der ostpreußischen Kreise Lyck, Johannisburg, Ortelsburg und Neidenburg seinen Anfang nimmt. Die politische Grenze ist keine natürliche, sondern willkürlich quer über die abgedachten Flächen hinweg gezogen. Aus Zweckmäßigkeitsgründen betrachten wir sie als Grenze zwischen der hügeligen Seenplatte, welche innerhalb des preußischen Masuren vorherrscht, und ihrem zumeist ebenen südlichen Vorlande, das keine Seen besitzt. Zur Linken der Bjebrza und des Narew breitet sich derjenige Theil des polnischen Flachlandes aus, den wir nach der Kreisstadt Bialystok, der ehemaligen Hauptstadt von Neu-Ostpreußen, als Flachland von Bialystok bezeichnen.

Wie der Preußische Landrücken seine umfangreichste hohe Anschwellung nordwestlich von Suwalki hat, wo die Gebiete des Memel- und Pregelstroms mit dem Weichselstromgebiete zusammenstoßen, so zeigt auch das Flachland von Bialystok seine höchsten Erhebungen an der Hauptwasserscheide zwischen Njemen und Weichsel, von jener Anschwellung des Landrückens getrennt durch eine breite, tiefe Bodensenke, welche einerseits von der Bjebrza durchflossen, andererseits von Seitengewässern des Mittleren Njemen gekreuzt wird. Da sie zur Anlage des Augustowskikanals benutzt worden ist, soll sie Augustower Senke genannt werden, das südlich von

*) Im Polnischen wird dieser Hauptfluß des nordöstlichen Polen „die Narew" genannt. Da aber fast alle deutschen geographischen Werke ihn als „den Narew" aufführen, folgen wir dem eigentlich irrigen Gebrauch, ebenso wie die Rhone und die Tiber im Deutschen ein anderes Geschlecht wie in der Landessprache erhalten haben.

ihr an der Hauptwasserscheide gelegene Höhenland nach der Kreisstadt Sokulka und nach dem am hydrographischen Knotenpunkte zwischen den Stromgebieten der Weichsel, des Njemen und des Dnjepr gelegenen Dorfe Chrustowo: Sokulka—Chrustowoer Bodenschwelle.

Dem Seesker Höhenzuge des Preußischen Landrückens entspricht eine kurze Bodenschwelle, welche die Gebiete der Rospuda und des Lyck (Lenk) von einander trennt, ferner im Süden des Bjebrzathales das hügelige Gelände nordwestlich von Jasionowka. Dem Lötzener Hügellande entspricht das breiter entwickelte Hügelland von Stawiski zur Rechten und der Höhenrücken Czerwony-bur (rothe Heide) zur Linken des Bjebrzathales bei Lomza. Schließlich entspricht dem Höckerlande (in den Quellgebieten der Alle, Passarge und Drewenz) das Hügelland von Mlawa, dessen südliche Ausläufer noch zwischen der Wkra und der Narewstrecke Pultusk—Serock zum Vorscheine kommen.

Auf diesen annähernd von Norden gegen Süden ausgestreckten Bodenschwellen besitzt das Gelände mehr oder weniger hügelige Gestalt und erhebt sich mehrfach höher als + 200 m. Die höchsten Punkte liegen bei der ersten nord-südlichen Erhebungszone: im Quellgebiete der Rospuda am hydrographischen Knotenpunkte zwischen den Gebieten des Weichsel-, Memel- und Pregelstroms bei Prawylas (dicht an der Reichsgrenze) auf + 294 m, ferner östlich von Sokulka auf + 241 m und bei Chrustowo auf + 252 m — bei der zweiten Erhebungszone: an der Wasserscheide zwischen Rospuda und Lyck südlich vom preußischen Dorfe Dubeningken auf + 256 m und im hügeligen Gelände jenseits der Bjebrza bei Romejki auf + 210 m — bei der dritten Erhebungszone: im Stawiskier Hügellande auf + 214 m und jenseits der Bjebrza am Czerwony-bur auf + 227 m — bei der letzten Erhebungszone: im Mlawaer Hügellande südlich von Janowo auf + 235 m.

Alles Uebrige bildet ein ausgedehntes Flachland, in welchem die größtentheils sumpfigen Flußniederungen tiefer eingeschnitten sind. Die Augustower Senke hat als Höhenlage + 120/130 m, das mittlere Bjebrzathal + 110/120 m, das Bruch am Vereinigungspunkte vom Bjebrza und Narew + 102 m, das Narewthal bei Lomza + 100 m, bei Pultusk + 77 m, bei Serock + 74 m und an der Mündung in die Weichsel bei Nowo-Georgijewsk + 69 m. Die Thalwände steigen meist rasch um 20 bis 30 m zu flachen Ebenen an, deren durchschnittliche Höhenlage im östlichen Theil auf + 140/180 m, im westlichen Theil auf + 100 bis 140 m angenommen werden kann. Im Norden des Bjebrza-Narewthales beschränken sich die höher als + 150 m gelegenen Bodenflächen auf das Vorland des Landrückens an der Rospuda bei Augustuw, auf das Stawiskier und Mlawaer Hügelland, sowie auf das wellige Gelände nordöstlich von Plock. Zwischen der Bjebrza und dem oberen Narew, sowie links vom oberen Narew bis zu dem oberhalb Lomza links mündenden Jablonbache nimmt dagegen die Höhenschicht + 150 bis 200 m den größten Theil des Geländes ein mit Ausnahme der Thalsenken des Narew, des Suprasl, der Bjebrza und ihrer Seitengewässer. Westlich vom Jablonbache bildet bloß noch der Czerwony-bur eine bemerkenswerthe Erhebung in dem nur + 100/120 m hohen Gelände zwischen Narew und Bug. Wegen seiner schwachen Bodenneigung leidet dieser Landstrich vielfach an stockender Nässe.

Indessen erstreckt sich die Versumpfung dort nicht auf so große Flächen wie im Norden des Bjebrza-Narewthales, wo die Thalgründe der rechtsseitigen Nebenflüsse innerhalb der breiten Ebenen im Osten und Westen des Stawiskier und des Mlawaer Hügellandes bei anhaltend nasser Witterung auf bedeutende Ausdehnung unter Wasser gerathen und nur sehr langsam wieder abtrocknen. Auch das Gelände zu beiden Seiten des oberen Narew hat zumeist sehr geringes Gefälle, da die Abdachung der Sokulka—Chrustowoer Bodenschwelle gegen Westen hin sehr flach ist. Ungewöhnlich rasch erfolgt der Abfall von den bei Chrustowo bis zu + 252 m hohen Anhöhen in das auf + 150/180 m liegende Quellgebiet des Narew, der zum Prypet fließenden Jasiolda und der Lesna, welche sich unterhalb Brest-Litowsk in den Bug ergießt. Hier liegt, von zahlreichen großen Sümpfen durchzogen, der Bialowjezer Urwald (Bialowjeska-Puszcza), die letzte Zufluchtsstätte der einst durch das ganze norddeutsch-sarmatische Flachland verbreiteten Auerochsen, welche hier sorgsam gehegt werden. Auch weiter westlich und nördlich wechseln mit sandigem, oft von nordischen Geschieben bedecktem Höhenlande häufig größere Sumpfstrecken neben den Wasserläufen ab, und nach Südosten hin geht das Sumpfland des Narew-Quellgebiets unmittelbar in das Polesje über, das sich in großer Länge und Breite am Prypet entlang zieht.

2. Gewässernetz.

a) Uebersicht über das Gewässernetz.

Der Bialowjezer Urwald bietet, obgleich er mit Waldwegen durchzogen und zur Hegung der Auerochsen für die Hofjagden seitens des Kaiserlichen Jagdamtes einer pfleglichen Behandlung unterworfen ist, doch immer noch ein Bild des Zustandes, in welchem sich ehemals ungeheuere Flächen des polnischen und norddeutschen Flachlandes befunden haben werden. Das Gefälle der Wasserläufe ist geringer, wie man es gewöhnlich in den Quellgebieten der Gewässer antrifft, aber doch groß genug, um eine ausreichende Vorfluth für das versumpfte Gelände zu ermöglichen, falls nur die Flußbetten in guten Zustand gebracht und in solchem erhalten würden. Diese sind jedoch mit Wasserpflanzen verwachsen und durch Einschwemmen des von den zahlreichen insel- und halbinselartigen Bodenerhöhungen abgewaschenen Sandes verflacht. Die Wasserläufe zersplittern sich daher in ein Gewirre von Armen, von denen keiner kräftig genug ist, eine namhafte Wassermasse nach starken Niederschlägen oder nach der Schneeschmelze abzuführen. Schon bei geringen Anschwellungen wird der niedrige Thalgrund auf große Breite überschwemmt, ohne daß sich eine zur Räumung der Hindernisse ausreichende Strömung zu bilden vermöchte.

Die im Kap. 17 erwähnten Arbeiten zur Trockenlegung des Polesje, in welchem die Verhältnisse ungünstiger als am oberen Narew und an der Bjebrza liegen, beweisen unzweifelhaft, daß durch Räumung der vorhandenen Wasserläufe und Anlage von Abzugsgräben die Versumpfung der Niederungen mit verhältnißmäßig geringen Mitteln behoben werden könnte, wie dies ja auch an ähnlichen Stellen Norddeutschlands, z. B. an der Netze, Obra und Bartsch, längst geschehen ist. Durch die Verkrautung und Versandung der Betten kommt das natürliche, an

und für sich keineswegs unbeträchtliche Gefälle der Gewässer des Narewgebietes nicht im vollen Maße zur Geltung. Die hierdurch entstehende Verzögerung des Hochwasserabflusses trägt dazu bei, daß die Fluthwelle aus dem Narew in der Regel erheblich später als die Hauptstromwelle in der Unteren Weichsel eintrifft. Auf eine Zurückhaltung von längerer Dauer wirken jedoch die sumpfigen Niederungen lange nicht in solchem Maße ein, wie die ausgedehnten Seeflächen im Preußischen Masuren.

Wenn man von der Gesammtfläche des Narewgebiets (73 470 qkm) das Buggebiet (38 379 qkm) und die Gebiete der unterhalb Serock von links mündenden, zusammen mit dem Bug betrachteten Gewässer (1385 qkm) in Abzug bringt, so bleibt für das nördliche Narewgebiet ein Flächeninhalt von 33 706 qkm. Hiervon entfallen auf die linksseitigen Nebenbäche nur 5903, auf die rechtsseitigen oberhalb der Biebrzamündung 4049, auf die Bjebrza 7149, die Pisa (Pissek) 4074, den Omulew (Omulef) 2037, die Orzyc (Orzec) 2165, die Wkra (Soldau) 5109, alle kleineren Zuflüsse von der Bjebrza bis zur Weichsel 3220 qkm. Die Bjebrza entwässert zur Linken 2030, zur Rechten 5119 qkm, wovon auf die Netta (Rospuda) 1263, den Lenkfluß (Lyckfluß) 2532 und die Wissa 589 qkm kommen.

Von der ganzen 33 706 qkm betragenden Fläche des nördlichen Narewgebiets gehören zum Preußischen Landrücken und seinem südlichen Vorlande 64,4, zum Bialystoker Flachlande 35,6 %. Vom Antheile des Preußischen Landrückens und seines Vorlandes (21 724 qkm) liegen 7765 qkm in Preußen, 13 959 qkm in Rußland, fast 2000 qkm mehr als der ganz in Rußland gelegene Antheil des Bialystoker Flachlandes beträgt (11 982 qkm). Von dem hier betrachteten Gebietsabschnitt gehört also über die Hälfte zum Vorlande des Preußischen Landrückens, weniger als die Hälfte zum Flachlande von Bialystok.

Die weitaus größten Wassermassen empfängt der Narew vom Preußischen Landrücken her. Ihr Abfluß wird in den Gebieten der Netta (Rospuda), des Lenk, der Pisa und des Omulew durch die Seeflächen und durch die großen Ueberschwemmungsgebiete im ebenen Vorlande bedeutend verzögert, bei den übrigen Gewässern fast nur durch letzteren Umstand, verhältnißmäßig am wenigsten bei der Wkra, deren Unterlauf stärkeres Gefälle und ein enges Thal besitzt. Das in den Quellgebieten der Wkra und der Drewenz zum Abfluß gelangende Wasser hat durch die südsüdostwärts fließende Wkra und die Weichsel bis zur Drewenzmündung einen drei- bis viermal längeren Weg zu durchlaufen als in der westsüdwestwärts fließenden Drewenz. Daher scheint das Hochwasser der Wkra zur Verlängerung der Fluthwelle beizutragen, welche aus der südpolnischen Weichselstrecke kommt. Die übrigen Nebenflüsse des Narew bilden dagegen etwas später eine eigene Fluthwelle aus, welche mit der aus dem Buggebiete stammenden Fluthwelle in der untersten Narewstrecke zusammentrifft, obgleich die Bugwelle einen längeren Weg zurücklegen muß.

Der Narew selbst wird im Kap. 15 der 2. Abth. dieses Bandes näher betrachtet. Die wichtigsten preußischen Wasserläufe, der Lyckfluß (Lenk) und der Pissek (Pisa) werden im Kap. 10 der 2. Abth. des Bandes IV beschrieben. Nachfolgend betrachten wir zunächst die Seitengewässer des Narewquellgebiets

und des oberen Narew, d. h. der Flußstrecke oberhalb der Bjebrzamündung, sodann die Bjebrza mit ihren Seitengewässern, hierauf die beiderseitigen Nebenflüsse des mittleren Narew und die linksseitigen bis zur Bugmündung, schließlich die rechtsseitigen Nebenflüsse des unteren Narew, wobei als Grenzpunkt zwischen dem Mittel- und Unterlaufe die Omulewmündung angenommen ist.

Quellfluß und Oberlauf des Narew sind mit mehrfachen Windungen gegen Westnordwest gerichtet, der Mittellauf mit Doppelbogen gegen Westen, der Unterlauf vorzugsweise gegen Südwesten. Die Längen der Hauptstrecken betragen 60,1, 142,0, 114,1 und 143,9 km; die Fallhöhen 26,8, 30,2, 9,0 und 24,5 m, das mittlere Gefälle also 0,446, 0,213, 0,079 und 0,170 ‰. Am geringsten ist das Gefälle des Mittellaufs von der Bjebrza- bis zur Omulewmündung, weniger als halb so groß wie das Durchschnittsgefälle des Narew, das auf die ganze Lauflänge (460,1 km) bei 90,5 m ganzer Fallhöhe 0,197 ‰ beträgt.

b) Seitengewässer des Quellgebiets und des oberen Narew.

Die Quellen des Narew liegen in den Sümpfen bei Suchopol am Bialowjezer Urwalde. Während der Narew (Narwa) aus dem Dzikjesumpfe (+ 158 m) durch den nördlich anschließenden Orlowosumpf über Cichowola nach Nordwesten fließt, nimmt die Narewka ihren Ursprung in den Sümpfen Dziki-Nikor und Konty (+ 157 m), fließt über Bialowjez gegen Westen, dann über Mala-Narewka gegen Nordnordwest und vereinigt sich 7 km oberhalb des Städtchens Narew mit dem Hauptquellbach, der vorher bereits die an der Chrustowoer Bodenschwelle entspringende Kolonna von rechts aufgenommen hat. Das Bett der Narewka ist weniger verästelt wie das des Hauptquellbachs und wird bereits von Bialowjez ab auf 38 km Länge zur Flößerei benutzt, da sich bis Mala-Narewka auf beiden Seiten des Baches der große Kaiserliche Forst ausbreitet und auch weiter unterhalb noch ansehnliche Wälder berührt werden. — Oberhalb des Dorfes Strabla, wo die Eisenbahnlinie Prostken—Brest-Litowsk den Narew kreuzt, empfängt er von links die nordwärts gerichtete Orlanka, welche unweit Orla in Nähe der Nurzecquelle entspringt und zur Linken die durch Bjelsk fließende Biala aufnimmt. Beide Wasserläufe sind schmal und verkrautet; ihre torfigen Wiesenthäler erweitern sich stellenweise auf mehr als 1 km. — Wo der Narew bei Suraz nordwärts umbiegt, liegt links eine 5 bis 6 km breite Bruchfläche, in welcher der die Grenze zwischen Polen und Litauen (Gouvernements Lomza und Grodno) bildende Lizabach einmündet.

Der bedeutendste Zufluß des oberen Narew ist der bei Zlotorja mündende Suprasl, dessen Quelle nur 12 km vom Städtchen Narew entfernt liegt. In einem großen, westlich offenen Bogen fließt er durch den Pjetuchowszsumpf und über Grudek nach dem Städtchen Suprasl, sodann gegen Westen durch 1 bis 2 km breites Bruchgelände, das von 30 m hohen, sehr flach geböschten Hügeln besäumt wird, über Wasilkuw nach dem Hauptflusse, in welchen er sich durch ein sumpfiges Delta mit zahlreichen Mündungsarmen ergießt. — Von seinen zahlreichen Nebenbächen sind zu erwähnen: die von der Sokulkaer Bodenschwelle kommende, unterhalb der Kreisstadt Sokulka den kleinen Kurylysee durchfließende Sokolda, welche mit südwärts gerichtetem Laufe oberhalb Suprasl rechts ein-

mündet, sowie die bei Fasty mündende Biala, an der die gewerbfleißige, von vielen Deutschen bewohnte Kreisstadt Bialystok (russisch: Bjelostok) liegt. — Durch die wasserreiche Sokolda wird die Wassermenge des Suprasl derart vermehrt, daß er nach v. Holsche's Mittheilung („West-, Süd- und Neu-Ostpreußen", Bd. I S. 186) früher zur Schiffahrt benutzt worden sein soll. Die hierzu verwendeten kleinen Kähne luden ihre Fracht bei dem unterhalb der Mündung des Suprasl am Narew liegenden Städtchen Tykocin in die 1800 noch vorhanden gewesenen Speicher um, aus denen sie dann mit größeren Fahrzeugen weiter befördert wurde. Schon zur Zeit der preußischen Besitzergreifung war jedoch das geringe Gefälle des Suprasl durch Mühlenwehre derart ausgenutzt, daß der ganze, sehr flach eingeschnittene Thalgrund eine große Sumpffläche bildete, und der Flußlauf derart verwachsen, daß die Flößerei viele Schwierigkeiten fand, von Schiffahrt ganz zu schweigen. Bei höheren Wasserständen findet übrigens auch jetzt noch ein ziemlich beträchtlicher Floßholzverkehr (1894 etwa 5600 t) aus den großen Wäldern am Suprasl und an der Sokolda nach dem Narew statt. — Die Breite des Flußbettes beträgt von der Sokoldamündung ab meist über 20 m, an den verflachten Stellen bedeutend mehr. Die Ufer sind niedrig und, wie der ganze Thalgrund, sumpfig. Das Frühjahrshochwasser breitet sich auf 1 bis 2 km aus und läuft erst im Anfange des Sommers ab, weshalb das Bruch nur im Hochsommer als schlechte Weide benutzt werden kann. Bloß am mittleren Suprasl und an der oberen Sokolda, wo das Thal schmäler und das Ufergelände höher ist, liegen Wiesen neben den Wasserläufen.

Unterhalb des Suprasl münden von rechts in den oberen Narew zu beiden Seiten von Tykocin: die von Knyszyn kommende Jaskranka und die unweit dieses Städtchens den Sigismund-August-See (+ 124 m) durchfließende Orlica (Neresl), welche auf der Bodenschwelle bei Romejki entspringt, beide südwärts gerichtet. — Die bei Targonje von links mündende Slina hat ihren Ursprung bei Jablon an der Warschau—St.-Petersburger Eisenbahn, unmittelbar neben der zum Nurzec fließenden Tloczewka. Beide rinnen durch ein südnördlich gerichtetes, scharf eingeschnittenes Thälchen in entgegengesetzter Richtung mit äußerst schlankem Laufe. Erst nach Ueberschneidung der Warschau—Grodnoer Landstraße erweitert und verflacht sich das Slinathal und nimmt dieselbe bruchige Beschaffenheit an, die man bei fast allen Thälern des Narewgebiets antrifft.

b) Die Bjebrza und ihre Seitengewässer.

Die Bjebrza entspringt beim Dorfe Nowy-Dwur und erreicht nach kurzem gefällreichen Laufe gegen Norden ein etwa 15 m tief in das Höhenland eingeschnittenes Bruchthal, aus welchem von rechts die Nurka kommt, während weiter östlich die daneben entstehende Popilia durch dasselbe Thal zum Njemen fließt. Die Thalwasserscheide im Bruche liegt bei Jaginty auf + 128 m, also nur 2 m höher wie die Scheitelhaltung des Augustowskikanals. Das Bruch bildet einen wichtigen Abschnitt im Gelände und trennt von Alters her Polen und Litauen, jetzt die Gouvernements Lomza und Grodno. Gegen Westen geht es bei Lipsk, wo die Sidra von links in die Bjebrza mündet, in das hier beginnende breite Bjebrzabruch über. — Der erste bedeutende Zufluß der Bjebrza

von rechts ist die Netta bei Dembowo, deren Wasser in der trockenen Jahreszeit größtentheils zur Speisung des mit Benutzung ihres Bettes angelegten Augustowskikanales benutzt wird. Die Netta bildet den Abfluß des westöstlich gerichteten Neckosees bei der Kreisstadt Augustuw, dessen nordnordwest-südsüdöstlich gerichteter Seitenarm das letzte Glied der Rospuda-Seenkette bildet.

Die Quellen der Rospuda liegen beim preußischen Dorfe Summowen dicht neben dem durch das Jarkefließ nach dem Pregelstrome hin entwässernden Czarner See. Ebenso gehören die am meisten nördlich gelegenen kleinen Seen der Kette noch zu Preußen, die größeren Seen aber sämmtlich zu Rußland, dessen Grenze hier parallel mit der Rospuda-Seenkette verläuft. Diese besteht aus dem Rospudasee (+ 173 m), dem Garbassee (+ 164 m), dem Sumowosee (+ 153 m), dem Bolestysee (+ 152 m) und kleineren, meist langgestreckten, tief in das Seitengelände eingeschnittenen Seebecken, welche eine durch den Flußlauf verbundene Kette von mehr als 32 km Länge bilden. In der 21 km langen Fortsetzung bis zum Neckosee finden sich im Flußthale unverkennbare Anzeichen dafür, daß hier ehemals gleichfalls Seebecken vorhanden waren, welche jetzt mit Torfmooren ausgefüllt sind. Durch die nach der Rominte zum Pregelstromgebiet entwässernde Parallelkette bei Przerosl von der Rospuda-Seenkette getrennt, liegt bei Lanowicze ein kleiner See, der Ueberrest eines größeren, zumeist vertorften, der nach dem Garbassee Abfluß hat. Die weiter östlich gelegenen Seen entwässern durch die Hancza in den Mittleren und durch die Szeszupa (Szeszuppe) in den Unteren Memelstrom. Der bei Przerosl gelegene Theil der Preußischen Platte bildet also einen bedeutenden hydrographischen Knotenpunkt. — Vom Garbassee ab fließt mit der Rospuda links parallel die Szczeberka durch vertorfte Seebecken, anfänglich in etwa 7 km, zuletzt in nur 2 km Abstand. Kurz vor ihrer Mündung nimmt sie von links die aus der Bliznaseenkette kommende Blizna auf. Diese kurze Kette hat gleiche Richtung (von Osten gegen Westen) wie die lange, vom Augustowskikanale benutzte Seenkette, welche mit dem Neckosee (+ 122 m) beginnt und über den Bialesee (+ 122 m) nach dem Studzjeniczneſee (+ 123 m) weiter zieht; sie liegt aber nicht unbeträchtlich höher (Bliznasee + 132 m). — Etwas tiefere Lage besitzt die spitzwinklig zu ihr gerichtete, kurze Kette des Sajnosees (+ 121 m), der südlich von Augustuw in die Netta und den Augustowskikanal Abfluß hat. Der östlich gelegene Serwysee (+ 127 m), welcher die Scheitelhaltung des Augustowskikanals speist, gehört von Natur zum Njemengebiet. — Im Südosten jener Seengruppe dehnt sich ein sumpfiges Waldgebiet aus mit + 124/130 m Höhenlage, das durch einen etwa 10 bis 15 m höheren Dünenstreifen vom Bjebrzathale getrennt wird und durch die Krasnoborka in die Bjebrza entwässert. Auch das Nettathal bildet eine 6 bis 7 km breite, zum Theil bewaldete Bruchniederung, in welcher noch zwei kleine Seen liegen, der Kolnosee (+ 121 m) zur Linken und der Tajnosee (+ 116 m) zur Rechten des Flusses.

Wo dieses Bruch in das Bjebrzabruch übergeht, dicht unterhalb der Ausmündung des Augustowskikanals, mündet links in die Bjebrza ein schnurgerade von Süden kommender Bach, die Berezowka, die südöstlich von Jasionowka

entspringt und an der Romejkier Bodenschwelle entlang fließt. Ihre größeren Zuflüsse erhält sie rechts von der Sokulkaer Bodenschwelle. Da dieselben verhältnißmäßig stärkeres Gefälle besitzen und aus undurchlässigem Gelände stammen, führen sie das Hochwasser rasch zu, das im unteren Berezowkathale lange dauernde Ueberschwemmungen verursacht. — Der nun folgende größte Nebenfluß der Bjebrza entspringt im Preußischen Masuren: der Lyckfluß (in Polen Lenk genannt), ebenso sein linksseitiger Nebenbach Jegrznia, welcher aus dem vom Malkiehnfließe gespeisten Rajgrudsee kommt. In Rußland vereinigen sich beide, erhalten aber keine nennenswerthen Nebenbäche. Das von ihnen durchschnittene Gelände bildet das Lyckbruch, einen Theil des großen Bjebrzabruches, für dessen Entwässerung mehrere lange Kanäle angelegt worden sind, welche die Vorfluth der von Norden kommenden Wassermassen verbessern sollen. Der bei Ruda aus dem Lenk abzweigende Rudskikanal mündet bei Osowjec unterhalb Goniondz in die Bjebrza; der jenseits der Jegrzniamündung vom Lenk abzweigende Lenkkanal führt in den Rudskikanal; der Woznawjeskikanal bewirkt eine kürzere Verbindung zwischen Jegrznia und Lenk quer durch das Bruch. — Die gleichfalls in Preußen bei Rogallen entspringende Wissa erhält nahe bei der Reichsgrenze oberhalb Szczuczyn von rechts einen größeren, von Njedzwiadna kommenden Nebenbach, in welchen sich zwei kleine Fließe aus dem Kreise Johannisburg ergießen, weiterhin noch einige Zuflüsse vom Stawiskier Hügellande, an dessen Ostrand sie entlang fließt. Ihr Thal besteht aus moorigen Wiesen bis 4 km oberhalb der Mündung, wo sie in das große Bjebrzabruch eintritt.

Dieses Bruch nimmt seinen Anfang bei Lipsk (vergl. S. 150) und zieht von hier in flachem Bogen gegen Südwesten bis jenseits der Einmündung der **Bjebrza** in den Narew. Seine anfänglich 4 bis 5 km betragende Breite nimmt bald auf 2 km ab, vermehrt sich aber bei den Mündungen der Netta und Berezowka auf 15, an der Lenkmündung auf mehr als 20 km und geht bis zur Bjebrzamündung selten unter 10 bis 12 km Breite zurück. Die Begrenzung besteht zum Theil aus unregelmäßig geformten Dünen, zum Theil aus steilen, 20 bis 30 m hohen Thalwänden, namentlich bei Goniondz, wo die Bjebrza das linke, und oberhalb der Mündung in den Narew, wo sie das rechte Hochufer berührt. Die höheren Lagen des Bruchlandes werden als Wiesen oder Hutweiden benutzt; die niedrigen können selbst im Hochsommer nicht vom Vieh betreten werden und sind stellenweise dauernd versumpft, z. B. der große Lakkisumpf oberhalb der Mündung zur Linken des Flußlaufs. Schon vor dem endgültigen Eisaufbruche im März bedeckt das vorübergehend bis zu 3 m über Niedrigwasser anschwellende Hochwasser die Bruchniederungen auf große Breite, zuweilen bis in den Mai hinein. Das Bjebrzathal kann dann nur mit der Eisenbahn unterhalb Goniondz überschritten werden, für deren Kreuzung man eine Stelle gewählt hat, wo das Bruch durch inselartige Dünenstreifen in mehrere Arme getheilt und verengt ist. Das mit sumpfigen Ufern eingefaßte Flußbett besitzt 50 bis 70 m Breite und hat vielfach zu geringe Tiefe, um im Sommer die Schiffahrt aus dem Augustowskikanal weiter führen zu können, da das Bett versandet und verkrautet ist. Zur Flößerei wird die Bjebrza schon von Lipsk ab benutzt. Ihr Gefälle beträgt von der Quelle (+ 158 m) bis zur Nettamündung (+ 110 m) auf 66,3 km Länge 0,724 ‰

(1 : 1380), von da bis zur Mündung (+ 101 m) auf 69,6 km Länge 0,129 ‰ (1 : 8080), im Ganzen auf 135,9 km Länge 0,419 ‰ (1 : 2380).

d) Seitengewässer des mittleren Narew.

Der mittlere Narew empfängt von rechts aus dem Stawiskier Hügellande einige südlich gerichtete Nebenbäche, besonders den im Süden von Stawiski entspringenden Lojewekbach, der aus einem tief eingeschnittenen engen Thälchen bei Bronowo in den Hauptfluß gelangt. — Der größte Wasserlauf des Stawiskier Hügellandes, die bei Przyborowo in geringer Entfernung von der Reichsgrenze entquellende Skroda fließt dagegen nach Südwesten in die Pisa (Pissek), nachdem sie links die von Stawiski kommende Dzjerzbia aufgenommen hat. Im oberen Laufe ist das Thal der Skroda eng, im unteren Laufe vielfach über 1 km breit und sumpfig, wird aber bis zur Mündungsstrecke von ansehnlichen Höhen eingefaßt. Auf der letzten Strecke liegen solche nur zur Linken, während sich rechts die weite Sand- und Moorebene zwischen Pisa und Orzyc ausbreitet. — Die Pisa (als Pissek im Bd. IV, 2. Abth. 10. Kap. näher beschrieben) empfängt auf russischem Boden hauptsächlich die jenseits der Reichsgrenze in der Johannisburger Heide entspringenden Wasserläufe, nämlich das unweit Lacha die Bruchländereien des ehemaligen Polszojesees durchfließende Wondolleker Fließ und den aus den Fariener Wiesen kommenden Turosl, welche beiden Gewässer unter sich durch Entwässerungsgräben verbunden sind, ebenso mit einem in Rußland entspringenden Bach, der den Abfluß des bis auf einen kleinen Restsee vertorften Serafinskjesumpfes aufnimmt. — Die Szkwa (Rosogfließ) und die Rozoga (Rosoga) fließen durch ihre breiten Moorwiesen- und Sumpfthäler in etwa 6 km Abstand mit einander parallel gegen Südsüdost durch einen niedrigen Sandrücken getrennt, ohne einen einzigen Seitenzufluß zu empfangen. — In den südöstlich gerichteten Omulew münden dagegen einige Nebenbäche: von links bei Binduga die bei Fürstenwalde (Kr. Ortelsburg) entspringende Trybowka und kurz vor seiner Mündung in den Narew (unterhalb Ostrolenka) die aus dem Karaskasumpfe kommende Piasecznica, von rechts bei Budne-Sowjenta die Plodownica, welche die großen, durch einen schmalen Sandrücken von der Omulewniederung getrennten Moor- und Sumpfflächen des russischen westlichen Omulewgebietes entwässert.

Während der Lenk innerhalb Rußlands auf 44 km Länge nur 6 m Fallhöhe, also 0,136 ‰ (1 : 7330) mittleres Gefälle hat, die Pisa auf 42,2 km Länge 12 m Fallhöhe, also 0,284 ‰ (1 : 3520) mittleres Gefälle, besitzt der Omulew von der Reichsgrenze (+ 120 m) bis zur Mündung in den Narew (+ 92 m) 28 m Fallhöhe auf 54,3 km Länge, also 0,516 ‰ (1 : 1940) mittleres Gefälle, beträchtlich mehr wie die beiden östlich gelegenen masurischen Flüsse. Innerhalb des Deutschen Reichs hat der Omulew auf 55 km Länge 16 m Fallhöhe und 0,291 ‰ (1 : 3440) mittleres Gefälle, im Ganzen also vom Omulefsee bis zur Mündung einen 109,3 km langen, um 44 m fallenden Lauf mit 0,403 ‰ (1 : 2480) mittlerem Gefälle.

Von den linksseitigen Nebenbächen des mittleren Narew sind nur zwei zu nennen. Unweit Mazowjeck entspringt der zunächst westlich und von Zambrowo

ab nördlich gerichtete Jablonbach, welcher kurz vor dem Eintritt in die Sumpfniederung des Narew (an der Kniebiegung oberhalb Lomza) seinen Namen mit demjenigen des kleinen, links vom Czerwony-bur kommenden Gacbaches vertauscht. — An der Westseite des Czerwony-bur bei Glembocz-wjelki liegt die Quelle des Ruzbaches*), der nach Nordwesten fließt und unweit Miastkowo in den Narew mündet, etwas oberhalb der Szkwamündung. — Am Südende des Czerwony-bur entspringt bei Radwany der Orzbach, dessen Lauf gegen Westen und zuletzt gegen Südwesten gerichtet ist, so daß er den Narew erst im Unterlaufe oberhalb der Kniebiegung von Drozdowo erreicht. Nur in der oberen Strecke ist sein Thal auf größere Breite sumpfig, in den mittleren und unteren Strecken ziemlich schmal, mit Wiesen bedeckt. Dasselbe gilt vom Ruzbach, wogegen der Jablonbach im Oberlaufe ein schmales Wiesenthal besitzt und erst bei der Vereinigung mit dem Gacbache eine versumpfte Niederung durchzieht.

e) Rechtsseitige Nebenflüsse des unteren Narew.

Die Orzyc (Orzec) entspringt im Njemyjesumpfe östlich von der Kreisstadt Mlawa und durchfließt zunächst eine gegen Norden ziehende sumpfige Bodensenke des Mlawaer Hügellandes, welche von Dlugokonty bis Janowo offenbar einen vertorften See von 15 km Länge darstellt. Im südlichen Theile war ihr Bett im Anfange dieses Jahrhunderts so wenig ausgebildet, daß v. Holsche (a. a. O. Bd. I S. 495) angiebt: „Die Orzyc verliert sich bei Dlugokonty unter der Erde und kommt $1/2$ Meile davon wieder zum Vorschein.“ In der Fortsetzung dieser Bodensenke liegt der zum Kreise Neidenburg gehörige Sawadder See. Von Janowo ab bildet der am Nordrande des Hügellandes ostwärts fließende Fluß die Reichsgrenze bis Chorzele, entfernt sich nun in südöstlicher Richtung vom hügeligen Gelände und durchschneidet mit zahlreichen Seitenarmen eine sumpfige Niederung von 3 bis 4 km Breite, welche zu der großen Sand- und Sumpfebene im Vorlande des Preußischen Landrückens gehört. Nachdem die Orzyc bei Dronzdzewo einen Sumpfsee durchzogen hat, verläßt sie diese Ebene und tritt mit südlicher Richtung in das flachwellige Gelände ein, das von Rozan abwärts die rechtsseitige Begrenzung des Narewthales bildet. Bei Krasnosjelc und Makuw hat sie innerhalb desselben auf lange Strecken feste Ufer in einem schmalen, flach eingeschnittenen Wiesenthale; dazwischen liegen einige versumpfte Thalerweiterungen, die mit steilgeböschten Rändern eingefaßt und vermuthlich vertorfte Seen sind. Bei Szelkuw erreicht ihr zuletzt 10 bis 15 m in das Flachland eingenagtes Thälchen die Narewniederung. Früher soll sie nach den Angaben von v. Holsche und Stuckenberg zur Flößerei benutzt worden sein, ebenso der Omulew, was jetzt jedoch nicht mehr zutrifft. Ihr Gefälle beträgt vom Quellsumpfe (+ 143 m) bis Dronzdzewo (+ 108 m) auf 74,3 km Länge 0,471 ‰ (1:2120), von da bis zur Mündung (+ 80 m) auf 61,7 km Länge 0,454 ‰ (1 : 2200), im Ganzen also auf 136 km Länge bei 63 m Fallhöhe 0,463 ‰ (1 : 2160), ist demnach noch etwas größer als dasjenige des Omulew. — Die Seitengewässer

*) Außer dem linksseitigen Ruzbache giebt es noch einen zweiten Ruzbach auf der rechten Seite des Narew, der am westlichen Ende der Sand- und Sumpfebene im Osten des Städtchens Krasnosjelc entsteht und oberhalb Rozan mündet.

der Orzyc stammen aus dem Mlawaer Hügellande, treten daher von rechts hinzu: in der Sandebene unweit Ulatowo die Ulatowka, welche in dem von der Orzyc bogenförmig umflossenen Theile des Hügellandes entspringt, dessen Kuppen sich bis zu + 230 m erheben, ferner die aus dem flacheren südlichen Theile kommende Wengjerka, welche durch die Kreisstadt Przasnysz südöstlich fließt und 5 km oberhalb Makuw mündet. — Die der Wengjerka parallel gerichtete Pelta ergießt sich oberhalb Pultusk unmittelbar in den Narew.

Der zweitgrößte Nebenfluß des betrachteten Gebietsabschnittes ist die bei Nowo-Georgijewsk von rechts in den Narew mündende Wkra, deren Namen übrigens mehrfach wechselt, da der Fluß an seinem Ursprunge bei Neidenburg Neide, sodann vom preußischen Städtchen Soldau ab Soldau, hernach im mittleren Laufe Dzialdowka und erst im unteren Laufe Wkra genannt wird. Innerhalb des deutschen Reiches und auf der Grenzstrecke geht die Laufrichtung vorherrschend gegen Westsüdwest, innerhalb Rußlands gegen Südsüdost. Die aus dem Mlawaer Hügellande von links kommenden Nebenbäche fließen annähernd parallel mit dem Oberlaufe gegen Südwesten. Von rechts erhält die Wkra nur am Anfange des Unterlaufs größere Zuflüsse, die strahlenförmig aus Nordwesten bis Südwesten von der mit dem Weichselthale parallelen Bodenschwelle zwischen Plonsk und Plock stammen. Die Grenzstrecke gehört der sandigen Ebene im Westen des Mlawaer Hügellandes an, welche auch von der benachbarten Nördlichen Skrwa mit trägem Laufe durchflossen wird. Weiter südlich ist das Gelände flachwellig, und das Thal schneidet sich allmählich immer tiefer ein, ähnlich wie das der Skrwa. In dieser Strecke empfängt die Wkra unweit Sochocin rasch nach einander die erwähnten rechtsseitigen Zuflüsse und von links die aus dem Mlawaer Hügellande kommende Lydynia.

Von der Neidequelle (+ 176 m) bis zum endgültigen Eintritte in das Russische Reich (+ 137 m) hat die Wkra auf 65 km Länge 0,600 ‰ (1 : 1670) mittleres Gefälle, von da innerhalb der Sandebene bis Gjelczynek (+ 105 m) auf 69 km Länge 0,464 ‰ (1 : 2160), von da bis Sochocin (+ 85 m) auf 48,6 km Länge 0,412 ‰ (1 : 2430), von da bis zur Mündung (+ 68 m) auf 45,3 km Länge 0,375 ‰ (1 : 2660), im Ganzen also auf 227,9 km Lauflänge 108 m Fallhöhe und 0,474 ‰ (1 : 2110) mittleres Gefälle. Vergleicht man hiermit die übrigen aus dem preußischen Masuren stammenden Nebenflüsse des Narew, so zeigt sich, daß ihr Gefälle um so geringer wird, je weiter ostwärts sie liegen, offenbar weil das Narewthal größere Längenneigung gegen Westen als der Preußische Landrücken besitzt:

Pisa	Omulew	Orzyc	Wkra
0,339 ‰	0,403 ‰	0,463 ‰	0,474 ‰

Das sumpfige Thal der Soldau endigt bei Neuhof, wo eine nördliche Thalfurche nach dem Drewenz-Nebenflusse Welle abzweigt. Die Dzialdowka fließt zunächst durch ein enges, von ziemlich hohen Hügeln eingefaßtes Wiesenthälchen, verläßt dasselbe jedoch bald wieder unweit Zuromin, wo sie abermals die bereits von der Soldau durchflossene Sandebene, die südliche Abdachung des Neidenburger Höhenlandes, erreicht. In dieser Ebene beschreibt sie einen großen nordostwärts offenen Bogen über Bjezun und Radzanuw. Das Thal wird hier

stellenweise von dünenartigen Anhöhen begrenzt, ist indessen meist sehr flach eingeschnitten, 2 km breit und sumpfig, der Flußlauf verästelt. Zwischen Radzanuw und Gjelczynek beginnt flachwelliges Gelände, in welchem die Dzialdowka ein schmales Wiesenthal mit etwa 10 m hohen, mäßig geböschten Hängen zuerst gegen Süden, sodann gegen Südsüdost durchfließt. Von Sochocin bis Borkowo erweitert sich das Thal der Wkra noch stellenweise auf mehrere Hundert Meter, ebenso wie in der vorhergehenden Flußstrecke. Weiter unterhalb ist es dagegen bis zum Steilrande des Narewthals unweit Nowo-Georgijewsk sehr eng, schluchtartig geformt und von 20 bis 30 m hohen, steil abfallenden Wänden eingeschlossen.

Die Breite des Wkra- (Dzialdowka-) Bettes beträgt an der Reichsgrenze etwa 20 m und vergrößert sich nach unten auf 80 bis 100 m. Durch zahlreiche Sände ist seine Tiefe bei gewöhnlichem Wasserstande so gering, daß der Fluß auf den Ueberschlägen, mindestens in den unteren Strecken, durchfurthet werden kann, was sich in den oberen Strecken wegen der sumpfigen Ufer verbietet. Nach der Schneeschmelze und nach starken Sommerregen bilden die breiten Thalflächen des oberen und die Thalerweiterungen des unteren Mittellaufes seeartige Wasserbecken, die jedoch ziemlich rasch trocken laufen. Nach Stuckenberg's Angabe ist die untere Wkra früher auf 16 km Länge beflößt worden; jetzt finden sich an dieser Strecke nur wenig Waldungen mehr. Auch die russische amtliche Statistik führt die Wkra unter den flößbaren Gewässern (mit 148 km Länge) auf, giebt aber keine Verkehrszahlen an. Nach den hierüber eingezogenen Erkundigungen hat sie keinen Floßverkehr.

Den ersten größeren Zufluß der Dzialdowka bildet die aus dem nordwestlichen Theile des Mlawaer Hügellandes kommende Mlawka, deren Quelle dicht an der Reichsgrenze beim preußischen Dorfe Bialutten liegt. Der bei Mlawa entspringende Bach Seracz vereinigt sich mit der Mlawka im Bruchlande bei Gluzek, wo beide Gewässer in die Sandebene eintreten. Die Einmündung in die Dzialdowka erfolgt bei Radzanuw. — Der an Cjechanuw vorbei fließende Bach Lydynia kommt aus dem südlichen Theile des Mlawaer Hügellandes und ergießt sich oberhalb Sochocin in den Hauptfluß. Die bei Wola im südlichen Hügellande entspringende Sona, welche von Sonsk ab über Nowe-Miasto südwärts fließt, mündet 6 km oberhalb Borkowo. — Die meisten von rechts kommenden Seitengewässer vereinigen sich in der bei Sochocin mündenden Racionznica und in der 5 km unterhalb zur Wkra tretenden Plonka, welche ihren Namen von der Kreisstadt Plonsk entlehnt hat. Die zuletzt genannten Gewässer sind sämmtlich Flachlandbäche mit schmalen, wenig eingetieften Wiesenthälchen.

3. Bodenbeschaffenheit.

Die internationale geologische Karte von Europa zeigt in dem betrachteten Gebietsabschnitte außer einigen unbedeutenden Vorkommnissen von Tertiär und Kreide im Südwesten und Nordosten der Stadt Bialystok große Alluvialflächen in den Niederungen zwischen dem Diluvium des Höhenlandes. Eine Eintheilung des Diluviums in Geschiebelehm und Geschiebesand enthält die „Geologische Skizze des Königreichs Polen" von Sjemiradzki und Dunikowski. In diesen beiden geologischen Karten sind die Grenzen des Alluviums vielfach enger ge-

zogen, als sie nach den russischen Generalstabskarten anzunehmen wären, da man wohl voraussetzen darf, daß das als Sumpf-, Torfmoor- und Bruchland bezeichnete Gelände aus alluvialen Ablagerungen besteht. Für eine Verbesserung der Abgrenzung des Alluviums lieferten die Generalstabskarten genügenden Anhalt. Dagegen fehlten die erforderlichen Unterlagen, um eine Verbesserung der Eintheilung in Sand- und Lehmgebiete vorzunehmen und das Kartenbild auf Bl. 6 in dieser Beziehung zu berichtigen, obgleich es wahrscheinlich gerade im vorliegenden Gebietsabschnitte stellenweise nicht recht zutrifft.

Die folgende Beschreibung geht mehrfach auf die Mittheilungen v. Holsche's über die ehemalige preußische Provinz Neu-Ostpreußen zurück. Daher sei vorerst daran erinnert, daß durch den am 25. September 1793 zu Grodno abgeschlossenen Staatsvertrag das Land Dobrzyn und die Wojwodschaft Plock an Preußen abgetreten wurden, ferner durch die Deklaration vom 23. Dezember 1794 der größte Theil von Masovien, die litauische Wojwodschaft Troki und das links vom Njemen gelegene Samogitien. Aus diesen Landestheilen wurde 1796 die Provinz Neu-Ostpreußen mit den Kammerdepartements Plock und Bialystok geschaffen, die allerdings nur zehn Jahre lang unter preußischer Verwaltung blieb. Ihre Grenze gegen Süden bildete der Bug, gegen Osten das waldige Quellgebiet des Narew und eine links von der Swislocz nach Grodno ziehende Linie, von da ab der Njemen. Abgesehen vom Wald- und Sumpflande an den Narewquellflüssen, gehörte fast das ganze Narewgebiet zu Neu-Ostpreußen. Der zur unteren Wkra entwässernde Theil der Wojwodschaft Plock hatte Wyszogrud (an der Weichsel) als Kreisstadt. Das Land Masovien war eingetheilt in die Kreise Mlawa, Przasnysz, Pultusk, Ostrolenka und Lomza, welche bis auf den zum Bug entwässernden südlichen Streifen ganz hierher gehören. Von Podlachien entfallen die ehemaligen Kreise Bjelsk, Suraz, Bialystok, Goniondz und Dombrowo auf das Narew-, nur der ehemalige Kreis Drohiczyn auf das Buggebiet. Bei der jetzigen russischen Kreiseintheilung sind zwar zum Theil dieselben Orte als Kreisstädte angenommen; sonst hat sie aber mit der früheren nichts gemeinsam.

Das Gelände des Kreises Wyszogrud wird in der Beschreibung v. Holsche's als größtentheils fruchtbar und am besten kultivirt bezeichnet. Der Kreis Przasznysz gab demselben an Fruchtbarkeit wenig nach, hatte meist guten Boden und baute viel Weizen; besonders liegen Cjechanuw und Przasnysz in sehr ertragreicher Gegend. Der Kreis Mlawa war zur Hälfte von gleicher Beschaffenheit und Güte, während die andere Hälfte aus grandigem schlechtem Boden bestand; durch Kultur und Austrocknung der Sümpfe glaubte man noch große Flächen von Ackerland und Wiesen gewinnen zu können. Der Kreis Pultusk war weniger ergiebig und hatte viel Sandboden, am rechten Narewufer aber auch Striche von guter Beschaffenheit. Noch ungünstiger war der Boden im Kreise Ostrolenka, der zur Rechten des Narew aus sumpfigem Waldlande, zur Linken aus wenig fruchtbarem Sand bestand, nur am Bug aus besserem Gelände. Der Kreis Lomza besaß auf der rechten Seite des Narew theilweise sumpfiges Waldland, theilweise besseren Boden, namentlich bei Kolno, auf der linken Seite des Narew vorwiegend sandigen Boden mit einigen lehmigen Landstrichen. Der daran schließende Kreis Goniondz hatte bei Wizna und weiterhin auf der rechten

Seite des Narew in den hohen Lagen nach Szczuczyn hin fruchtbaren lehmigen Boden, während der östliche Theil sandig und moorig, aber reich an Wiesen war. Der den Norden des Gebietsabschnittes umfassende Kreis Dombrowo bestand in der nördlichen Hälfte aus stark bewaldetem Sand- und Sumpfland; in der südlichen Hälfte war der Boden vielfach fruchtbar und gut kultivirt. Im ehemaligen Kreise Bialystok liegen Sokulka und Zabludowo in sehr fruchtbarer Gegend; im Ganzen war der Boden jedoch mittelmäßig und vorherrschend sandig. Der Kreis Suraz bestand fast ganz aus Sandboden mit Ausnahme der Starostei Bransk, die größtentheils zum Buggebiet gehört. Der Kreis Bjelsk hatte theilweise fruchtbaren Boden, namentlich bei Bjelsk und Orla; die sandigen Striche erzeugten gleichfalls ziemlich viel Roggen und wurden stellenweise, z. B. bei Narew, zum Hopfenbau benutzt.

Vergleicht man diese und andere Angaben mit den Karten, so gewinnt man die Anschauung, daß auf dem südlichen Vorlande des Preußischen Landrückens das Stawiskier und das Mlawaer Hügelland größtentheils aus fruchtbarem Lehmboden bestehen, dagegen die dazwischen liegende Ebene und der im Nordosten der Wissa gelegene Theil fast ganz aus Sand mit ausgedehnten Moorflächen. Das flachwellige Gelände im Süden des Mlawaer Hügellandes ist mit Sand, nach dem Narew hin aber mit Lehm bedeckt. Am rechten Ufer der unteren Wkra herrscht bis zur Racionznica guter Lehmboden vor, an der mittleren Wkra zur Rechten strichweise Sand und Lehm, zur Linken eine gegen Norden an Breite zunehmende sandige und moorige Ebene. Das zwischen Narew und Bug befindliche Land ist im Westen vorwiegend sandig, abgesehen vom mittleren Orzbachgebiet; insbesondere besteht der Czerwony-bur, den die geologische Skizze dem Lehmgebiete zutheilt, nach übereinstimmenden anderen Angaben aus Heide- und Dünenland. Dagegen scheint im östlichen Theile der Lehmboden größere Flächen einzunehmen, als die Skizze angiebt. Das von dem oberen Narew und der Bjebrza eingeschlossene Flachland soll nach jener Skizze fast ganz aus Sand und Moor bestehen, ebenso wie das Quellgebiet des Narew. Indessen zeigt der Landstrich längs der Eisenbahnlinie Warschau—St. Petersburg zu beiden Seiten des Narewthals und im Südwesten von Bialystok fruchtbaren Lehmboden. Von hier bis zur Wasserscheide des Njemengebiets durchschneidet die Eisenbahn allerdings fast ausschließlich Sandboden, welcher in Nähe der Wasserscheide mit ungemein vielen Geschieben gemengt und sehr unergiebig ist. Die meisten Thäler sind mit nassen Wiesen oder sumpfigen Moorflächen angefüllt, besonders in den sandigen Ebenen am oberen Narew, an der Bjebrza und Netta, zwischen dem Stawiskier und Mlawaer Hügellande, im Westen des letzteren und links vom unteren Narew. Die Brücher der Bjebrza und des Narew umfassen allein auf der Strecke zwischen der Nettamündung und der Kniebiegung oberhalb Lomza über 600 qkm Grundfläche.

4. Anbauverhältnisse. 5. Bewaldung.

Einschließlich des Gebietes der unterhalb des Bugzuflusses von links mündenden Nebenflüsse beträgt der Flächeninhalt des russischen Narewgebiets 27 326 qkm. Hierzu gehört über die Hälfte des Gouvernements Plock, der

größte Theil des Gouvernements Lomza, kleine Stücke der Gouvernements Warschau und Suwalki, sowie ein großes Stück vom Gouvernement Grodno mit den Kreisen Bjelsk, Bialystok, Sokulka nebst Theilen von Wolkowysk und Pruzany. Nach der Anbaustatistik werden 50,1 % als Ackerland benutzt, 10,3 % als Wiese, 8,3 % als Weide, 22,4 % als Wald. Von den land- und forstwirthschaftlich unnutzbaren Flächen (8,9 %) entfällt etwa die Hälfte auf Gewässer und Sümpfe, in den östlichen Kreisen Augustuw, Szczuczyn, Sokulka, Bialystok und Bjelsk zusammen ungefähr ein Zwölftel der ganzen Grundfläche. Rechnet man das Preußische Masuren hinzu, in welchem die Wasserfläche wegen der zahlreichen Seen eine größere Ausdehnung, das Ackerland eine geringere besitzt, so dienen im ganzen Narewgebiet (35 090 qkm) 48,8 % zur Ackerwirthschaft, 10,7 % als Wiese, 8,3 % als Weide, 22,2 % als Wald; 10,0 % sind land- und forstwirthschaftlich unnutzbar.

Der Prozentsatz an Wald ist im russischen Gebietsantheile ein wenig größer als im preußischen. Von der 1672 qkm großen preußischen Waldfläche bestehen aber 99,5 % aus meistens vortrefflichem Hochwald, von der 6117 qkm großen russischen Waldfläche nur 71,9 %, dagegen 28,1 % aus Niederwaldungen, die kaum als Forsten angesehen werden können und vielfach nur aus Kusseln bestehen. Der Prozentsatz an Laubholz (33,0 %) ist wegen der ausgedehnten Strauchgehölze im russischen Antheile bedeutend größer als im preußischen (7,0 %). Im Besitze des Staates befinden sich innerhalb des russischen Narewgebietes 42,6 (innerhalb des preußischen 77,0), im Besitze von Gemeinden und Körperschaften 5,8 (2,9), im Privatbesitze 51,6 (20,1) %. Am besten bewaldet ist das Quellgebiet des Narew mit dem 1200 qkm umfassenden Bialowjezer Urwalde (der theilweise zum Bug- und zum Dnjeprgebiet gehört) nud das rechtsseitige Niederschlagsgebiet der mittleren Bjebrza mit den fast ebenso großen Augustower Waldungen (die zum Theil im Njemengebiete liegen). Ausgedehnte Waldbestände befinden sich ferner an der Sokolda und am Suprasl zwischen Sokulka, Knyszyn, Grudek und Bialystok, in der Sand- und Sumpfebene zwischen Pisa und Orzyc (die Ostrolenkasche Wildniß nach v. Holsche), sowie am linken Ufer des Narew von Lomza bis Serock, wo indessen die Bestände schon bedeutend gelichtet sind. Im Uebrigen ist das russische Narewgebiet, besonders sein westlicher Theil nicht mehr waldreich.

Hauptsächlich haben sich die wenig zugänglichen, oft auf sumpfigem Boden stehenden Waldungen erhalten, abgesehen von den Forsten, welche dem Staate, den Großgrundbesitzern oder dem Domkapitel in Plock gehören und schon seit längerer Zeit mit nachhaltigem Betriebe bewirthschaftet werden. Die meisten Privat- und Gemeindewälder entbehren einer forstmäßigen Wirthschaft gänzlich, so daß bedeutend mehr abgeholzt als nachgezogen wird. Der große Verbrauch an Nutz- und Brennholz im Lande selbst und die Erleichterung der Ausfuhr auf den flößbaren Wasserläufen haben wesentlich dazu beigetragen, den ehemaligen Waldreichthum auf ein bescheidenes Maß herabzusetzen. Bereits zur Zeit der preußischen Verwaltung waren nach v. Holsche die Wälder in Neu-Ostpreußen zwar „ansehnlich, aber stark angegriffen.“ Der Kreis Goniondz hatte keine großen Forsten mehr, „da früher zu viel ausgehauen und verschifft wurde.“

Auch die Kreise Bjelsk, Przasnysz und Mlawa hatten kaum für den eigenen Bedarf ausreichende Holzbestände. Die Kreise Dombrowo, Bialystok, Lomza, Ostrolenka und Pultusk besaßen reichlich viel Wald. Als Grund für die Entwaldung wird angegeben, daß man ehemals häufig die Forsten ausbrannte und das verkrüppelte Holz stehen ließ, das gesunderen Ausschlag hinderte, wodurch die Reviere mit Strauchholz überzogen wurden. Solche Gehölze mit Erlen, Eschen, Birken, Buchen und Eichen bildeten damals bereits etwa ein Drittel der vorhandenen Waldungen. Die besser geschonten und ertragreichen Forsten bestanden, wie auch jetzt, hauptsächlich aus Kiefern, auf besseren Standorten (z. B. im Kreise Mlawa und im Südwesten von Bialystok) aus Fichten. Der Bialowjezer Urwald, der seit Anfang dieses Jahrhunderts zur Hegung der Auerochsen nicht angetastet worden ist, besteht zu zwei Drittel aus Nadelholz (Kiefern und Fichten), zu einem Drittel aus Laubholz (besonders Erlen, Birken und Espen, wenig Eichen). Der größte Theil des entwaldeten Bodens ist in Ackerland umgewandelt worden, da wegen des Anwachsens der Bevölkerung mehr Land unter den Pflug genommen werden mußte. An manchen Stellen konnte man indessen die abgeholzten Flächen nicht auf Dauer urbar machen, z. B. am Czerwony-bur, wo die kahl gelegten Sandschollen jetzt Flugsand bilden.

Seit Anfang dieses Jahrhunderts hat sich die Bevölkerungszahl und die Bodenkultur beträchtlich gehoben. Am Ende des 17. und Anfange des 18. Jahrhunderts hatten die Schwedenkriege und die Pest, welche 1709/11 herrschte, das Narewgebiet entvölkert. Die unaufhörlichen inneren Unruhen verhinderten eine gedeihliche Entwicklung derart, daß die Städte bei der preußischen Besitzergreifung großentheils in Ruinen lagen. Durch die damaligen Verwaltungsmaßnahmen gelangte in der Bialystoker Gegend die noch jetzt theilweise in deutschen Händen befindliche Industrie zur Entfaltung, und ebenso stammt aus jener Zeit das allmähliche Fortschreiten der Landwirthschaft, die jetzt im Allgemeinen gut betrieben wird, obgleich die Bauern viele veraltete Gewohnheiten haben. Vorzugsweise wird Roggen gebaut (namentlich im östlichen Theile des Gebietsabschnittes), Hafer und Hülsenfrüchte genug für den Bedarf des Landes, in den sandigen Landstrichen Buchweizen. Gerste ist wegen der späten Nachtfröste und der Trockenheit des Sommers zu sehr dem Mißwachse ausgesetzt. Der Anbau von Weizen beschränkt sich fast ganz auf den westlichen, zum Gouvernement Plock gehörigen Theil, wo in manchen Gegenden das achte und neunte Korn gewonnen wird. Der beste Weizenboden liegt östlich von der Warschau—Mlawaer Eisenbahn zwischen Cjechanuw, Przasnysz, Krasnosjelc, Rozan, Szelkuw und Makuw, sowie zwischen Nowo-Georgijewsk und Plonsk. Dort ist auch die Ackerwirthschaft am besten entwickelt, besonders auf den großen Gütern und in den aus der neuostpreußischen Zeit stammenden deutschen Bauerndörfern des Kreises Cjechanuw. Für die Entwässerung der ausgedehnten Bruchflächen in den Gouvernements Grodno und Lomza, welche in trockenen Jahren viel Heu, aber von geringer Güte liefern, und für die Trockenlegung der Sümpfe ist noch wenig geschehen. Eine Ausnahme bildet das im Pultusker Kreis gelegene Pulwybruch bei Sokolowo, das größtentheils in fruchtbares Ackerland umgewandelt und dicht besiedelt ist.

1. Abtheilung. 8. Kapitel.

Das Gebiet der Unteren Weichsel in Rußland.

(Narewmündung bis Reichsgrenze.)

1. Bodengestalt.

Das Niederschlagsgebiet der in Rußland gelegenen Strecke der Unteren Weichsel von der Narewmündung bis zur Reichsgrenze (mit Ausschluß der zum russischen Reiche gehörigen Flächen des Tonczyna- und Drewenzgebiets) umfaßt eine Fläche von 14 600 qkm, wovon 11 122 qkm zur Linken und 3478 qkm zur Rechten des Hauptstromes liegen.

Die höchsten Erhebungen des links von der Weichsel im Süden des Bzurathales gelegenen Geländeabschnittes, welche das nördliche Ende der Hochfläche von Petrikau bilden, liegen östlich und nördlich von Lodz auf mehr als + 250 m. Von da zieht ein flacher Rücken mit der Wasserscheide zwischen Bzura und Pilica nach Osten, der höhere Theil des Flachlandes von Skjernewice, dessen Bodenanschwellungen zunächst bis + 230, weiter östlich über + 200 m Meereshöhe zeigen. Breit ausgedehnt ist die Höhenschicht + 150/200 m vom Pilicathale (im Süden) bis zur Linie Ozorkuw—Skjernewice—Nadarzyn (im Norden). Am Steilrande des Weichselthales liegt das Gelände unweit der Pilica auf + 140 m und unterhalb Warschau noch meistens über + 110 m. Das Bzurathal selbst, der Thalweg des Warschau—Berliner Hauptthales, hat an der nach dem Weichsel- und Warthegebiet entwässernden Bodensenke bei Lenczyca etwa + 95, bei Lowicz + 83 und an der Mündung in die Weichsel + 66 m Meereshöhe. Seine südliche Thalwand liegt bei Lenczyca auf etwa + 120, bei Lowicz auf + 90 und an der Mündungstrecke unterhalb der Utratamündung auf + 84 m. Der Höhenunterschied vom Scheitel des Landrückens bis zum Thalrande der Bzura beträgt also am westlichen Ende mehr als 130, in der Mitte ungefähr 110 und am östlichen Ende nur 20 bis 30 m, während die Entfernung zwischen beiden, flache Bögen bildenden Linien nach Osten hin erheblich zunimmt. Demgemäß ist die Abdachung des nördlichen Hanges nur bis Lowicz noch deutlich wahrnehmbar, wogegen von dort ab ostwärts sich eine flache Ebene ausbreitet, nur unterbrochen durch die Thaleinschnitte der strahlenförmig zur Bzura fließenden Nebenbäche und durch einigermaßen welliges Gelände in Nähe der Wasserscheide. Letzteres wird durch die Linie Nadarzyn—Radzjejowice—Skjernewice begrenzt, die wohl als der nur undeutlich ausgeprägte Südrand des Warschau—Berliner Hauptthales ange-

sehen werden kann. Im Süden von Skjernewice nach Rawa hin und gegen Westen nimmt die Oberfläche hügelige Beschaffenheit an. Der an Gluwno vorbei über Piontek nach Lenczyca ziehende Südrand des Hauptthals zeigt bei Makuw und Domanowice ausgesprochenes Hügelland mit tief eingerissenen Schluchten und Kuppen bis zu + 190 m. Auch nördlich vom Hauptthalrande wird hier die Einförmigkeit der Ebene durch dünenähnliche Bodenschwellen und durch die Einschnitte der Nebenbachthäler unterbrochen.

Das Bzurathal bildet bis Lowicz eine 2 bis 3 km breite nasse Wiesenniederung, die von Lenczyca bis Orluw mit einer ziemlich steilen Thalwand, weiter östlich zumeist mit einem niedrigen, flach ansteigenden Gehänge besäumt wird. Jenseits Lowicz hat die Bzura in nachdiluvialer Zeit ein engeres, allmählich tiefer werdendes Thal in die Sohle des Warschau—Berliner Hauptthales eingenagt. Unterhalb der Utratamündung durchschneidet sie zuletzt das Dünen- und Moorgelände am linken Weichselufer, in welchem am Rande des + 87 m hohen Höhenlandes bei Kampinos der 5 bis 7 km breite Bjelinysumpf auf + 70 m liegt. Der von Lomna (einem zwischen Warschau und Nowo-Georgijewsk am linken Weichselufer gelegenen Dorfe) westlich ausgestreckte Sumpf ist wohl als ein Arm des Weichselthales aufzufassen, entwässert aber jetzt in die Bzura. Gegen Norden wird er von der Weichselniederung durch die + 80 bis 90 m hohe Dünenkette der Lisiagura getrennt. Eine zweite Dünenkette bei Wjersze spaltet ihn nach Osten hin in den breiten Hauptarm und einen schmäleren Nebenarm, der sich bis nahe an das Weichselufer bei Mlociny fortsetzt.

Das Land links von der Weichsel im Norden des Bzurathales besteht aus der Südostspitze des Kujawischen Flachlandes und seinen Abstufungen gegen die beiden diluvialen Hauptthäler Warschau—Berlin und Thorn—Eberswalde. Der östliche Rand des Flachlandes selbst, welcher das Thorn—Eberswalder Hauptthal begrenzt, tritt bei Njeszawa (wohin er aus dem Netzegebiet über Argenau und Sluzewo streicht) unmittelbar an den Hauptstrom und läßt sich von da über Brest und Kowal bis Gostynin deutlich erkennen. Vor ihm dehnt sich eine an Breite stromaufwärts zunehmende Vorstufe (die ehemalige Hauptthalsohle) über Wloclawek und Slubice bis nahe bei Iluw aus, einem Orte an der linksseitigen Weichselniederung, innerhalb deren die Bzura mündet. Iluw bezeichnet die Südostspitze der Vorstufe, deren Rand von hier westwärts verläuft und bei Kutno in den Südrand der Hochfläche selbst übergeht. Von Gostynin bis Kutno ist der Ostrand nicht so scharf ausgeprägt wie bis zu jenem Städtchen. Weiter nach Westen hin liegen dagegen in 7 bis 8 km Abstand vom Thalrande der Bzura die höchsten Erhebungen des Kujawischen Flachlandes mit + 150/170 m, während der Thalrand etwa 40 m geringere Höhenlage besitzt. Von der Linie Grabuw—Kutno ab dacht sich die Hochfläche langsam gegen Norden ab und besitzt durchschnittlich + 120/130 m Meereshöhe. Im südlichen Theile bildet sie ein durch Bachthäler und kleine Seen mannigfach zerschnittenes, sehr flaches Hügelland, gegen Norden hin eine Ebene, welche seltener durch Thaleinschnitte unterbrochen wird. Die Vorstufe zeigt größtentheils dünenähnliche, vielfach steil geböschte Bodenschwellen und Hügel neben mehr oder weniger breiten versumpften Bodensenken; ihre durchschnittliche Höhenlage beträgt etwa + 80/110 m.

Auf der Hochfläche führen zwei Thaleinschnitte über die Hauptwasserscheide des Weichselgebiets hinweg nach dem nördlichen und südlichen Theile des lang gestreckten, zum Netzegebiete gehörigen Goplosees, das Bachorzethal nach Kruschwitz und das kleine Thal bei Pjetrkowo nach dem Beginne der preußischen Goploseefläche. In der südlichen Rinne liegt die Wasserscheide etwa 10 m, in der Bachorze-Thalrinne etwa 8 m höher als der gewöhnliche Wasserstand des Goplosees. Nach der Weichsel zu wird die südliche Rinne von einem in den Gluszyner See mündenden Wasserlaufe, die nördliche Rinne von der Bachorka durchflossen; beide Gewässer gehören zum Gebiete der Zglowionczka. Im Südosten des Gluszyner Sees liegen die Quellseen der Netze bei Brduw, weiter östlich noch zwei kleine Seenketten in tiefen nordwestlich gerichteten Thalrinnen, nämlich bei Chodecz und bei Lubjen. Erstere hat Abfluß nach Norden in die Zglowionczka, letztere in denselben Fluß durch den Diabolekbach. Zwischen beiden entspringt die südostwärts zur Bzura fließende Ochnia.

Die bedeutendste Bodensenke auf der Vorstufe ist die breite Sumpfniederung am Fuße des Ostrandes der Kujawischen Hochfläche bei Kowal, welche einerseits durch den Diabolekbach in die Zglowionczka, andererseits durch die Gluwa in die Südliche Skrwa entwässert wird. In ihrer Verlängerung liegt die sandige Niederung bei Szczawin-Koszjelny, durch welche die Osjetnica fließt, und das sumpfige Thal der bei Lowicz in die Bzura mündenden Przysowa. Beide Wasserläufe entspringen unmittelbar neben einander, stehen aber in keiner offenen Verbindung. Sie gehören zu einer in der Luftlinie 90 km langen Senke, welche gleiche Richtung (gegen Westnordwest) mit dem linksseitigen Rande des Thorn — Eberswalder Hauptthales hat und von dem beinahe parallel gerichteten Weichselthale durch sandiges, dünenähnlich geformtes Gelände getrennt wird. Die in demselben liegenden, theilweise recht großen, aber flachen und versumpften Seen haben meistens eine längliche, in ähnlicher Richtung ausgestreckte Form, als seien sie durch Auskolkungen einer kräftigen, westnordwestlich gerichteten Strömung entstanden. Sie finden sich ausschließlich auf der Vorstufe, nicht aber in dem ebenen Gelände, das östlich von der Przysowa und südöstlich von der Linie Iluw—Osmolin bis zur Bzura ausgebreitet ist.

Das Land rechts von der Weichsel erhebt sich hart am Stromthale von der Narewmündung bis Wloclawek unmittelbar auf + 100/110 m, während die Thalsohle von + 72 auf + 47 m fällt. In 6 bis 7 km Abstand wird vielfach die Meereshöhe + 150/160 m erreicht, besonders auf einer ausgedehnten Fläche nördlich von Plock zwischen der Multawa, der Nördlichen Skrwa und den Nebenbächen der Wkra. Die Nordspitze des Gebietsabschnittes bei den Quellseen der Nördlichen Skrwa bildet eine Ebene mit + 130/140 m Höhenlage. An sie schließt sich zu beiden Seiten des tief eingeschnittenen Skrwathales welliges Gelände bis zum Weichselthalrande. Von der Multawa bis Nowo-Georgijewsk ist die Oberfläche des Höhenlandes ziemlich eben, abgesehen von den nach der Weichsel hin zu beträchtlicher Tiefe eingenagten Bachthälchen. Von Wloclawek bis zur Wasserscheide des Drewenzgebietes liegt zunächst am Weichselthale eine etwa 7 km breite Vorstufe mit + 50/90 m Durchschnittshöhe, die aus sandigen Niederungen und Bodenschwellen besteht. Von der Linie Brzesno—Wyschendorf—Leibitsch ab folgt

gegen Osten ein 5 bis 6 km breiter Streifen ebenen Geländes mit + 100/130 m Durchschnittshöhe. Daran reiht sich ein bis zur Ebene des Skrwaquellgebietes reichendes welliges Gelände mit vielen, theilweise mittelgroßen Seen von lang gestreckter Form, die gegen Nordnordwest oder senkrecht dazu gerichtet sind. Jenseits des Skrwathals kommen solche Seen nicht vor. Auch unterhalb Wloclawek fließen die Nebenbäche durch stellenweise tief eingesenkte Schluchten in die Weichsel.

2. Gewässernetz.

a) Uebersicht über das Gewässernetz.

Von der 11 122 qkm umfassenden linksseitigen Gebietsfläche entfällt der größte Theil auf das Gebiet der Bzura (7625 qkm), des einzigen großen Nebenflusses der Weichsel innerhalb dieses Abschnittes. Die Südliche Skrwa, die Zglowionczka und die kleineren Bäche, welche von links in die russische Untere Weichsel fließen, haben zusammen nur 3497 qkm Gebietsfläche. Fast genau ebenso groß sind die Gebiete der Multawa, der Nördlichen Skrwa, des Mninbachs und der übrigen Seitengewässer, welche vom Vorlande des Preußischen Landrückens kommen (3478 qkm). Da die Bzura nur 35,2 km unterhalb der Narewmündung in die Weichsel fließt, so vermehrt sich das Zuflußgebiet des Hauptstroms im ersten Viertel seiner hier betrachteten Strecke um mehr als die Hälfte der ganzen Fläche des Gebietsabschnittes. Ein nennenswerther Zuwachs erfolgt alsdann noch unterhalb Plock, wo dicht nach einander die Südliche Skrwa von links und die Nördliche Skrwa von rechts münden. Die anderen Nebenbäche treten nach und nach, über die ganze Strecke vertheilt, in den Hauptstrom.

Die untere Pilica, welche am Südrande des Flachlandes von Skjernewice entlang fließt, und die am Nordrande fließende Bzurastrecke Lenczyca—Mündung erhalten das vom dazwischen liegenden Gelände kommende Tagewasser wohl annähernd gleichzeitig. Der Wasserspiegel der Pilica, in deren Niederung das Hochwasser bedeutend verzögert wird, liegt an der Mündung in gleicher Höhe (+ 94 m) mit dem der Bzura bei Lenczyca. Bis zur Bzuramündung (+ 62 m) hat die Fluthwelle aus der Pilica also gleiche Fallhöhe, aber einen längeren Weg als die Bzurawelle, nämlich rund 124 km in der Weichsel, während die Lauflänge der Bzura von Lenczyca abwärts rund 108 km beträgt. Vermuthlich wird daher das von der Bzura in den Hauptstrom gebrachte Hochwasser schon im Fallen begriffen sein, wenn die aus der Pilica kommenden Wassermassen an der Bzuramündung eintreffen. Ebenso hat das Tagewasser von der Kujawischen Hochfläche, welches nach Süden zur Bzura abfließt, weit größere Wege zurückzulegen, als das in der Südlichen Skrwa oder gar in der Zglowionczka zum Abfluß gelangende, erreicht also die Reichsgrenze später, kann indessen wohl das von der Drewenz herbeigebrachte Hochwasser verstärken. Das Tagewasser aus dem Quellgebiet der Nördlichen Skrwa muß durch diesen Fluß und die Weichsel bis zur Drewenzmündung etwa doppelt so weit fließen wie das in seiner Nähe unmittelbar in die Drewenz rinnende Wasser, gelangt also wohl schwerlich früher als die Welle aus dem oberen Drewenzgebiete dort an. Am Thorner Pegel wird demnach vermuthlich das Anschwellen der Hochfluthen durch die kleinen Seitengewässer

der russischen Unter-Weichsel und der unteren Drewenz eingeleitet, sehr bald aber vermehrt durch die Zuflüsse aus der Bzura, Nördlichen Skrwa und oberen Drewenz. Ununterbrochen setzt sich das Ansteigen fort, weil gleich darauf das Hochwasser des Mittleren Weichselgebiets folgt, bis dann die den Scheitel der Hauptstromwelle schnell weiter führenden großen Wassermassen der Oberen Weichsel eintreffen.

b) Die Bzura und ihre Seitengewässer.

Die **Bzura** entspringt am Nordende der Petrikauer Hochfläche bei Zgjerz (nördlich von Lodz), wo das hügelige Land einen hydrographischen Knotenpunkt bildet, von welchem außer dem Quellbache noch die Nebenbäche Moszczenica und Mroga nordwärts zur Bzura, die Rawka zunächst westwärts, dann gleichfalls gegen Norden zur Bzura, ein Seitenbach der Wolborka südwärts zur Pilica und der Ner gegen Westen und Nordwesten zur Warthe fließen. Auch der Bzuraquellbach hat Anfangs westliche Richtung, biegt aber bald nach Norden um und tritt bei Ozorkuw aus dem engen Hügellandsthale in ein breiteres Flachlandsthal, das nach Lenczyca hin vertieft, erweitert und mit nassen Wiesen bedeckt ist. Bei dieser Kreisstadt biegt die Bzura rechtwinklig um in die tief eingeschnittene Wiesenniederung von 2 bis 3 km Breite, welche den Thalweg des Warschau—Berliner Hauptthales bezeichnet. Von da bis Lowicz beschreibt sie eine flache, nördlich ausgebogene Linie gegen Osten, sodann einen gegen Norden umschwenkenden Viertelkreis. In diesem letzten Theile ihres Laufes ist das Thal bis zur Utratamündung enger und tiefer eingenagt als auf der vorhergehenden Strecke Orluw—Lowicz (vergl. S. 162). Von der Utratamündung ab liegt das Bzurathal ohne deutliche Abgrenzung im Dünen-, Moor- und Niederungsgelände des linken Weichselufers. Als Oberlauf des Flusses kann man die Strecke bis Lenczyca, als Mittellauf diejenige bis Lowicz ansehen, während beim Unterlaufe die Utratamündung eine obere Strecke von der Mündungstrecke abtrennt. Die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse ergeben sich aus folgender Tabelle:

Flußstrecke	Höhenlage + m	Fallhöhe m	Lauflänge km	Mittleres Gefälle ‰	Mittleres Gefälle 1 : x	Luftlinie km	Entwicklung %
	240						
Quelle—Lenczyca		146	48,1	3,04	329	31,0	55,2
	94						
Lenczyca—Lowicz		14	55,8	0,251	3990	50,5	10,5
	80						
Lowicz—Utratamündung		12	30,3	0,396	2530	25,4	19,3
	68						
Utratamündung—Mündung . . .		6	22,0	0,273	3670	15,0	46,7
	62						
Im Ganzen . .	—	178	156,2	1,14	878	75,8	106,1

Die sehr bedeutende Gesammtentwicklung erklärt sich vornehmlich durch den mehrfachen Wechsel der Hauptrichtung. Der Oberlauf zeigt außer vielen kleineren Krümmungen einige große Windungen des Flußthals. Im Mittellaufe besaß

das Bett ehemals zahlreiche kurze Schleifen, die nach Herstellung eines neuen sehr schlanken Grabenzuges, welcher die „neue Bzura“ aufgenommen hat, theilweise verwachsen, auf längeren Strecken aber noch erhalten sind und von den Seitengewässern benutzt werden. In der oberen Strecke des Unterlaufs liegen nur wenige, in der Mündungstrecke dagegen viele Schleifen mit kleinen Krümmungshalbmessern. Das Gesammtgefälle ist zwar ziemlich bedeutend; jedoch kommt der weitaus größte Theil der Fallhöhe auf den als Hügellandbach erscheinenden Oberlauf. Von Lenczyca bis Lowicz ist das Gefälle trotz der Begradigung äußerst gering, etwas stärker beim Uebergange in die wiederum sehr gefällarme Mündungstrecke.

Als nach der 1793 erfolgten Besitzergreifung der nordwestlichen Theile des Königreichs Polen von den preußischen Behörden der Kammerdepartements Posen und Warschau die Anlage einer Wasserstraße im Zuge der Warschau—Berliner Thalsenke geplant wurde, gedachte man in der Bzura 12 Schleusen zur Ueberwindung der 32 m betragenden Fallhöhe von der Wasserscheide bis zur Weichsel anzulegen, außerdem einige Sammelbecken zur Speisung der Scheitelstrecke (vergl. Oderwerk, Bd. II S. 184). Die Wasserscheide im Ner-Bzurabruche liegt (3 km westlich vom Knie der Bzura) nur etwa 0,5 m höher als die Thalsohle bei Lenczyca und 2 m höher als das Knie des Ner bei Lenka. Nach der Schneeschmelze bildete früher, bevor die Vorfluthverhältnisse geregelt waren, das ganze Bruch des Ner und der Bzura einen lang gestreckten See, in welchem die Wassermassen aus beiden Gebieten sich mit einander vermischten. Bis zu gewissem Grade dürfte dies auch jetzt noch zuweilen geschehen. Wie im Oderwerke a. a. O. bereits erwähnt, ist hierdurch das öfters ausgesprochene Mißverständniß entstanden, daß bei hohen Anschwellungen der Weichsel ein Theil ihres Hochwassers durch die Bzura in die Warthe abfließen könne, während in Wirklichkeit der Rückstau aus dem Hauptstrome nur wenig über die Mündungstrecke der Bzura hinaus reicht.

Der ursprünglich zur Speisung der ehemaligen Festungsgräben bei Lenczyca angelegte Graben im westlichen Theile des Ner-Bzurabruchs wurde später gegen Osten zur Trockenlegung der versumpften Bruchfläche bis Lowicz weiter geführt, wobei streckenweise das Bett des Flusses benutzt, größtentheils aber ein neues Bett mit 6 bis 11 m Sohlenbreite und 1,0 bis 1,5 m Tiefe hergestellt worden ist. In den unteren Strecken nimmt die Breite des Bettes zwischen den abbrüchigen Ufern allmählich auf 40 bis 60 m zu. Bei gewöhnlichem Wasserstande liegt der Spiegel dort meist 1 bis 2 m tiefer als die Uferränder, während das Hochwasser nach der Schneeschmelze um 3 bis 4 m anschwillt, also beträchtliche Ausuferungen verursacht, zumal in den Krümmungen und auf den Sandablagerungen der Mündungstrecke leicht Eisversetzungen entstehen. Das breite Bruch bis Lowicz soll durch die Anlage der „neuen Bzura“ und eines Netzes von Abzugsgräben in der Hauptsache entsumpft worden sein. Von Lowicz bis zur Rawkamündung besteht die Thalsohle aus etwa 1 km breitem Wiesengelände. Weiter abwärts reicht das Ackerland oft unmittelbar an das bis zu 3 m tief eingeschnittene Flußbett. Die Vorfluthverhältnisse waren hier von jeher besser als im Mittellaufe und werden nur stellenweise durch Mühlenwehre beeinträchtigt.

An der Mündungstrecke liegen unterhalb Brochuw, wo von rechts das Bjelinybruch sich nähert, neben den niedrigen Ufern breite Streifen nasser Wiesen.

Das Wiesenthal des Mittellaufs wird bei Lenczyca, Glupejew, Orluw und Sobota von hochwasserfreien, mit ausreichenden Brückenöffnungen versehenen Straßendämmen gekreuzt. Lowicz ist von Alters her eine Brückenstadt, wo drei Straßen und die Warschau—Berliner Eisenbahn das Thal überschneiden. Am Unterlaufe führen bei Kompina und Sochaczew, in der Mündungsstrecke bei Brochuw und Kamion Straßenbrücken mit etwa 60 m Lichtweite über die Bzura.

Nach v. Holsche's „West-, Süd- und Neu-Ostpreußen" (Bd. II S. 160) war im Anfange dieses Jahrhunderts der Fluß flößbar und wurde von Orluw abwärts mit Holzkähnen befahren. Aber bereits in den dreißiger Jahren hatte nach Stuckenberg's „Hydrographie des Russischen Reichs" (Bd. I S. 149) die Bzura keinen Floßverkehr mehr, da die anliegenden Landstriche waldarm geworden waren. Auch zur Schiffahrt scheint sie nicht mehr benutzt zu werden, höchstens bei Frühjahrshochwasser in der Mündungstrecke von Sochaczew ab. In den russischen amtlichen Verzeichnissen wird die untere Bzura von Lowicz ab (52,3 km) als flößbar bezeichnet, ebenso wie einige andere Flüsse, die jetzt keinen Floßverkehr mehr besitzen.

Die rechtsseitigen Nebenbäche der Bzura fließen strahlenförmig nach dem Bogen, welchen sie von Orluw bis zur Mündung beschreibt, die zuerst mündenden mit nördlicher, die folgenden mit nordnordwestlicher und nordwestlicher, die Utrata und der Entwässerungsgraben des Bjelinybruches mit nahezu westlicher Richtung. — Die südlich von Orluw mündende Moszczenica und die über Gluwno fließende Mroga kommen vom hydrographischen Knotenpunkte, an dem auch die Bzura selbst und die Rawka ihren Ursprung nehmen. — Bei Lowicz münden rechts mehrere Bäche, von denen der bei Lipce entspringende Zwjerzynjecbach zu erwähnen ist, ferner noch die von Jezuw kommende, am Eisenbahnknotenpunkte Skjernewice vorüber fließende Skjernjewka, welche unterhalb Lowicz in die Bzura tritt. — Oberhalb Kozluw-Szlachecki mündet rechts der wichtigste Nebenbach, die nahe beim Eisenbahnknotenpunkte Koluszki (wo die Verbindungsbahn nach Lodz und die nach Ostrowjec führende Eisenbahn von der Warschau—Wiener Linie abzweigen) südwestlich von Jezuw entspringende Rawka, die durch hügeliges Gelände bis Rawa gegen Osten, sodann gegen Norden fließt. Bis Suliszew wird ihr Thal von ziemlich hohen Hügeln begrenzt; weiter abwärts ist es mit flachen Böschungen in das sandige Flachland eingeschnitten und mit Torfwiesen bedeckt, ebenso wie die übrigen Bachthäler im Norden der von dort an Skjernewice südlich vorbei nach Domanowice, Gluwno und Ozorkuw ziehenden Linie. Nur in den Stoßkurven erheben sich Hochufer mit steilen Böschungen, z. B. an der rechten Seite der Rawka beim Kreuzungspunkte der Warschau—Wiener Eisenbahn. Daß die Bäche nach wolkenbruchartigem Regen gefahrbringend anschwellen können, ergiebt sich aus den Zerstörungen, welche ein kleiner rechtsseitiger Nebenbach der Rawka im Mai 1898 an der genannten Bahnlinie durch Wegreißen seines Durchlasses angerichtet hat. — Die oberhalb Sochaczew mündende Pisia hat ihren Ursprung an den Höhen bei Mszczonuw, wo auch die zur Mittleren Weichsel fließende Jeziorka entspringt. — Etwas weiter östlich

liegt die Quelle der **Utrata**, die einen westwärts offenen Bogen über Nadarzyn nach Pruszkuw beschreibt und sodann nahezu gegen Westen über Blonje in die Bzura unterhalb Sochaczew fließt. Beide Bäche und ihre Seitengewässer haben von der Linie Nadarzyn—Radzjejowice—Suliszew ab sumpfige, stellenweise zu ausgedehnten Brüchern erweiterte Thäler, die mit flachen Böschungen in das sandige Flachland übergehen.

Von den linksseitigen Nebenbächen der Bzura haben nur die **Ochnia**, welche an Kutno vorbei nach Orluw in den Mittellauf der Bzura fließt, und die bei Lowicz mündende, ein breites Wiesenthal durchziehende **Przysowa** Bedeutung. Erstere entspringt nahe bei der Seenkette von Lubjen, welche jedoch gegen Norden durch den Diabolekbach nach der Zglowionczka Abfluß hat, letztere in Nähe des kleinen Sees bei Szczawin, der durch die Osjetnica in die Südliche Skrwa entwässert.

c) **Linksseitige Nebenbäche unterhalb der Bzuramündung.**

Der zweite nennenswerthe Zufluß, den die russische Untere Weichsel von links empfängt, ist die am Ende der Niederung von Radziwje bei Poplacin mündende **Südliche Skrwa**. Sie entspringt östlich von Lubjen auf der Kujawischen Hochfläche und rinnt durch ein enges schluchtähnliches Thälchen auf die sandige Vorstufe. Bis Gostynin wird sie links vom Höhenrande begleitet, fließt sodann mit Richtung gegen Nordosten quer über die Vorstufe hinweg und zuletzt wieder durch ein tief eingeschnittenes Thal. Im Mittellaufe ist ihr Gefälle sehr gering, da sie hier die Bodensenke durchschneidet, welche am linksseitigen Rande des Thorn—Eberswalder Hauptthales entlang zieht. Aus derselben erhält sie von links die **Gluwa**, deren Quelle in Nähe des Großen Sees bei Kowal liegt, von rechts die oben bereits genannte **Osjetnica**. Die Seen der Vorstufe zwischen Kowal und Gombin entwässern theilweise in die Skrwa, theilweise durch einen weiter oberhalb bei Dobrzykuw mündenden kleinen Bach in die Weichsel.

Die meisten Seen der Südostspitze des Kujawischen Flachlandes, namentlich der große Gluszyner See bei Orle, gehören zum Gebiete der **Zglowionczka**, deren Quelle nur 5 km vom südlichen Theile des Goplosees absteht. Sie durchfließt den Gluszyner See gegen Osten und behält diese Richtung bis unterhalb Lubranjec mit mehrfachen Windungen bei, biegt alsdann über Brest nordwärts ab und nimmt an der Bachorkamündung wieder die östliche Richtung auf bis zur Mündung bei Wloclawek. In der Mündungsstrecke ist der Fluß ziemlich tief in das wellige Seitengelände eingeschnitten und wird zur Flößerei mit Tafeln von 4 bis 5 Stämmen Breite benutzt. — Daß ein linksseitiger Nebenbach des Gluszyner Sees und die **Bachorka**, deren Oberlauf ein 1 km breites Bruch mit scharf ausgeprägten Thalrändern durchzieht, in engem Zusammenhange mit entsprechenden Gewässern des Netzegebietes stehen, wurde auf S. 163 angeführt. Am Unterlaufe ist das Bachorkathal eng und tief in die Hochfläche eingeschnitten, ebenso wie die Thäler der Zglowionczka selbst und ihrer rechtsseitigen Nebenbäche, welche die Seen bei Chodecz und Borzimje entwässern. — Der unweit Wloclawek rechts mündende **Diabolekbach** kommt aus den Seen bei Lubjen,

geht westlich von Kowal in die Bodensenke am Rande des Thorn—Eberswalder Hauptthales über und empfängt aus demselben den nordwestlich gerichteten Abfluß des Großen Sees bei Kowal. An der Kreuzung der Warschau—Berliner Bahn ist der Bach begradigt und durchfließt ein schmales Thal mit scharf markirten, aber ziemlich flach geböschten Wänden.

d) Rechtsseitige Nebenbäche.

Der erste nennenswerthe Zufluß, den die russische Untere Weichsel von rechts erhält, ist die bei Kempa-polska aus einer 30 m tiefen engen Schlucht kommende Multawa. Bei Bodzanuw sind ihre Thalwände 15 m hoch, aber bereits flacher geböscht, und die Sohle nimmt 200 m Breite an. Weiter oberhalb wird das Thal noch breiter und flacher, bis es an dem Ursprunge des Baches bei Bjelsk (17 km nördlich von Plock) eine Torfmoorniederung bildet. — Unterhalb Plock bei Biskupice mündet die Nördliche Skrwa in den Hauptstrom, sein bedeutendster rechtsseitiger Nebenbach. Sie entspringt unweit des preußischen Städtchens Gurzno an der Reichsgrenze bei Plociczno und verfolgt bis zur Mündung nahezu südliche Richtung mit 85 km Lauflänge auf 60 km Luftlinie. Die 41,7 % betragende Entwicklung entfällt fast ganz auf die zahlreichen scharfen Krümmungen ihres von Stopino ab tiefer und tiefer in das Vorland des Preußischen Landrückens eingeschnittenen, selten über 100 m breiten, schluchtähnlich geformten Thales, dessen Wände mit steilen Böschungen 50 bis 60 m hoch ansteigen. Oberhalb Stopino ist das Thal flach und breit, meistens mit Torfwiesen bedeckt. Die Skrwa selbst durchfließt im Oberlaufe den Skrwilnoer See, ferner ihr unweit Sjerpc rechts mündender Nebenbach den großen Urszulewoer See. Ihr größter Zufluß ist die von links über Sjerpc kommende Sjerpjenica, welche nahe an der Multawaquelle entspringt und einen großen, südwestwärts offenen Bogen beschreibt, der bis nahe zur Mündung völlig in flachem Gelände liegt. Die Nördliche Skrwa besitzt im Unterlaufe ziemlich starkes Gefälle, ein 20 bis 30 m breites, von 1 bis 2 m hohen Ufern eingefaßtes Bett und eine reichliche Wasserführung. Nach Stuckenberg's Angabe soll sie früher zur Flößerei benutzt worden sein. — Die nördlich von Wloclawek nach Lipno hin auf der rechtsseitigen Hochfläche gelegenen Seen entwässern durch einen kleinen Bach oberhalb Spetaldolny in die Weichsel. — Die Seen bei Skompe führen ihr überschüssiges Wasser durch den westlich gerichteten Mninbach (Lipnianka) ab, der unterhalb Lipno von rechts den Abfluß der Seen bei Kikol empfängt. Bei Brzesno geht er aus der Thalschlucht des Höhenlandes in das flacher eingeschnittene Thal der sandigen Vorstufe über und mündet bei Njeszawa in den Hauptstrom.

3. Bodenbeschaffenheit.

Die zur russischen Unteren Weichsel entwässernde Gebietsfläche besteht links vom Strome im Süden der Bzura aus dem Nordende der Petrikauer Hochfläche und dem anschließenden Flachlande von Skjernewice, im Norden der Bzura aus der Südostspitze des Kujawischen Flachlandes, rechts vom Strome aus dem westlichen Ende des Vorlandes des Preußischen Landrückens. In den höheren Lagen bis zu den Rändern der beiden diluvialen Hauptthäler sind alle drei Flachlands-

abschnitte vorwiegend mit lehmigen Verwitterungserzeugnissen des Geschiebemergels bedeckt, größtentheils fruchtbar und wenig durchlässig. Die geringe Durchlässigkeit hat an vielen Stellen mit mangelhafter Vorfluth zu Torfbildungen Anlaß gegeben, namentlich an den tiefer eingesenkten Stellen, wogegen die Rücken der Bodenschwellen theilweise eine Sandhülle besitzen und bewaldet sind. Auf den breiten Vorstufen im Warschau—Berliner und Thorn—Eberswalder Hauptthale herrscht sandiger Boden vor (was aus der hier wenig zuverlässigen geologischen Skizze nicht klar hervorgeht), stellenweise mit geringer Lehmbeimischung, welche die Fruchtbarkeit nicht wesentlich erhöht. Vielfach ist daselbst das sandige Gelände in größere wellige Höhenzüge oder in dünenartige Hügel umgewandelt mit dazwischen liegenden Niederungen von zum Theil bedeutender Breite, die mit Torfmoor angefüllt sind. Besonders deutlich ausgeprägt scheint nach den Karten die Dünenlandschaft im Osten der Linie Wloclawek—Kowal bis zu den Roskopanebergen gegenüber Plock zu sein, obgleich die geologische Skizze für diesen Landstrich Diluviallehm angiebt. Die Alluvialniederungen des russischen unteren Weichselthales besitzen keine so große Ausdehnung wie am Mittellaufe und haben im Allgemeinen weniger fetten Boden als dort oder an der preußischen Unteren Weichsel, abgesehen von den fruchtbaren Niederungen am linken Ufer oberhalb Duninuw.

Eine Ausnahme von der Regel, daß die Hochlagen des Flachlandes aus Lehmboden bestehen, bildet das vorherrschend sandige Gelände im Seengebiete der Zglowionczka und dasjenige an der oberen Nördlichen Skrwa bis zu den Seen im Süden von Lipno. Der Lipnoer Kreis des Gouvernements Plock ist im Ganzen nur mittelmäßig fruchtbar, hat viel sandigen, mehrfach aber auch guten lehmigen Boden. Vorherrschend lehmig ist die Bodenbeschaffenheit im Kreise Plock und auf dem von hier über Wyszogrud nach Nowo-Georgijewsk ziehenden Landstriche längs der Weichsel, an deren Thalwand hier allenthalben die tertiäre Unterlage des Geschiebelehms zum Vorscheine kommt. Am linken Ufer der Weichsel zeichnet sich das kujawische Land (besonders bei Brest, im Süden von Kowal, bei Kutno und Gostynin) durch sehr fruchtbaren, reinen oder mäßig mit Sand gemischten Lehmboden aus; vielfach hat sich beim Verwittern des Geschiebemergels eine stark humose Deckschicht gebildet (Schwarzerde), ähnlich dem russischen Tschernosem. Im Süden der Bzura nimmt der Sandboden auf dem breiten nördlichen Gehänge des Skjernewicer Flachlandes ausgedehnte Flächen in Anspruch, während auf dem Scheitel des von Lodz nach Warschau ziehenden Landrückens vortrefflicher Lehmboden vorwaltet. Fast die Hälfte der in den polnischen Gouvernements befindlichen Zuckerfabriken liegen im Gouvernement Warschau, das den größten Theil des linksseitigen Gebietsabschnittes der russischen Unteren Weichsel umfaßt.

4. Anbauverhältnisse. 5. Bewaldung.

Die meist gute Bodenbeschaffenheit hat schon seit langer Zeit dazu geführt, die hierher gehörigen Landstriche vom Walde größtentheils zu befreien und landwirthschaftlich zu benutzen. Schon v. Holsche erwähnt, daß es dort wohl früher große Waldungen gegeben haben möge; jetzt (1800) sei an vielen Orten bereits Mangel an Holz. Der Boden sei im Ganzen fruchtbar und ergiebig, mehr zum

Kornbau als zur Viehzucht geeignet, da es an hochliegenden Wiesen fehle, die tiefliegenden Brücher aber nicht genügend entsumpft seien. Weizen werde überall auf den besten Aeckern gebaut, etwa zehnmal so viel Roggen, dreimal so viel Gerste, ferner Hafer und Hülsenfrüchte genug für den Bedarf. Ehemals habe man mehr Getreide zur Ausfuhr bringen können, weil durch Urbarmachen von Waldboden ohne Düngung übermäßige, den Boden beraubende Ernten erzielt worden wären, die Bevölkerung dünn und der Viehstand schwach gewesen sei. Nunmehr (1800) müßten diese Landstriche als die dichtest bevölkerten und am besten kultivirten von Polen bezeichnet werden. Nicht die Leibeigenschaft, sondern die Kleinheit der Besitzungen und der Mangel an Kunstfleiß auf dem Lande seien für das Aufkommen eines wohlhabenden Bauernstandes trotz der guten Bodenbeschaffenheit hinderlich.

In der That hat die seitdem längst erfolgte Aufhebung der Leibeigenschaft den Bauern die vielfach erwarteten Vortheile nicht im vollen Maße gebracht, da die Zersplitterung des bäuerlichen Grundbesitzes und der geringe Bildungsgrad der armen Kleinbauern die Durchführung eines zweckmäßigen Wirthschaftbetriebs verhinderten. Bis in die neuere Zeit entbehrten auch die großen Besitzungen meist jeder Melioration durch Entwässerung, Dränage und ausreichender Düngung. Die bedeutende Entwicklung der Zuckerindustrie und des Rübenbaues, sowie die Anlage von Straßen und Eisenbahnen, welche den Absatz der Bodenerzeugnisse nach dem Auslande erleichtern, haben jedoch neuerdings die Landwirthschaft mächtig gefördert, namentlich auf den größeren Gütern, welche mit besseren landwirthschaftlichen Geräthen und Maschinen bewirthschaftet werden. Besonders ist dies der Fall auf dem linken Weichselufer westlich von Warschau, zwischen Kutno und Lodz, westlich von Brest und in den Niederungen von Nowo-Georgijewsk bis Duninuw, wo zahlreiche deutsche Dörfer liegen. Am rechten Weichselufer zeichnet sich das Höhenland von Nowo-Georgijewsk bis Wloclawek durch gute Bewirthschaftung der zum Theil in deutschen Händen befindlichen Güter aus.

Der rechtsseitige Abschnitt gehört vollständig zum Gouvernement Plock, das den besten Weizenboden besitzt und unter den polnischen Gouvernements die reichsten Ernteerträge im Verhältniß zum Flächeninhalt liefert. Der linksseitige Abschnitt umfaßt den größten Theil des Gouvernements Warschau nebst kleineren Stücken von Petrikau und Kalisch. Die Ernteerträge im Gouvernement Warschau, das mehr geringwerthigen Boden hat, entsprechen dem Durchschnitt der polnischen Gouvernements. Das Gouvernement Plock zeichnet sich auch in Bezug auf die Pflege und Ergiebigkeit der Wiesen am meisten aus. Dagegen bleibt das Warschauer Gouvernement unter dem Durchschnitt der polnischen Gouvernements, weil noch ausgedehnte Moor- und Torfwiesenflächen einer genügenden Entwässerung und der Folgeeinrichtungen gänzlich entbehren, in nassen Jahren daher wenig Erträge bringen, besonders das Bjelinybruch bei Warschau, die Brücher an der Bzura und ihren rechtsseitigen Zuflüssen, sowie das Bruchland am Rande der Kujawischen Hochfläche bei Kowal.

Von dem 11 122 qkm betragenden Flächeninhalte des linksseitigen Gebietsabschnittes werden 68,6 % als Ackerland, 6,2 % als Wiese, 5,9 % als Weide und nur 13,5 % als Wald benutzt, von der 3478 qkm umfassenden rechts-

seitigen Gebietsfläche 66,9 % als Ackerland, 6,9 % als Wiese, 6,6 % als Weide und 13,9 % als Wald. Die geringe Größe der Bewaldung ist also beiden Gebietstheilen gemeinsam. Manche Gegenden leiden derartigen Mangel an Holz, daß westlich von Kutno sogar auf gutem Weizenboden neuerdings Schonungen angelegt worden sind. Auch im Gouvernement Plock macht sich der Holzmangel fühlbar. Große zusammenhängende Waldflächen liegen hauptsächlich auf dem sandigen Hügel- und Dünengelände zur Linken des Weichselthales neben dem Bjelinybruche und weiter abwärts bis Wloclawek hin, an der Rawka im Nordosten von Skjernewice (dem Sitze der Verwaltung des Kaiserlichen Fürstenthums Lowicz) und in ihrem Quellgebiete, ferner zur Rechten des Weichselthales auf der sandigen Vorstufe unterhalb Wloclawek, im Quellgebiete der Nördlichen Skrwa und in den angrenzenden Theilen des Kreises Lipno.

In den großen Forsten herrscht die Kiefer vor, in den bestockten Brüchern die Erle. Auf lehmigen Standorten finden sich aber zahlreiche kleinere Bestände von Fichten und Tannen, sowie von Birken, Eichen, Buchen und anderem Laubholz, zum Theil in Niederwaldwirthschaft. Die von der Warschau—Berliner Bahn berührten Waldungen bestehen im Norden der Bzura meist aus Kiefern, welche auf der Sandheide bei Wloclawek nur kümmerlichen Wuchs zeigen. Oestlich von Skjernewice mischen sich zur Kiefer zunächst Birke und Erle, auf den lehmigen Bodenstrichen nach Warschau hin bald auch Eiche und Buche in solchem Maße, daß stellenweise das Laubholz überwiegt. Im linksseitigen Gebietsabschnitte bestehen von der 1495 qkm großen Waldfläche 25 % aus Niederwald, 75 % aus Hochwald, ferner 30 % aus Laub-, 70 % aus Nadelholz, im rechtsseitigen Gebietsabschnitte von der 484 qkm großen Waldfläche 33,3 % aus Nieder-, 66,7 % aus Hochwald, 38,3 % aus Laub-, 61,7 % aus Nadelholz. Dem Staate und dem Kaiserlichen Hause gehören im linksseitigen Gebietsabschnitte 21,2, im rechtsseitigen 11,0 %, den Gemeinden 12,4 und 4,3 %, den Privatbesitzern 66,4 und 84,7 %. Letztere Waldbestände umfassen namentlich die zahlreichen kleinen Parzellen, welche einer geordneten Wirthschaft nicht unterworfen sind. Einige größere Privatwälder werden jedoch gut in Stand gehalten und forstmäßig gepflegt.

Die Waldarmuth stammt bereits aus der Zeit des polnischen Königreichs, da namentlich die adligen Forsten damals vielfach durch Abbrände zur Gewinnung von Ackerland verwüstet wurden. Aus den starosteilichen Wäldern, die zwar nicht planmäßig bewirthschaftet waren, aber von den Starosten doch in ihrem Flächenbestande erhalten werden mußten, und aus den besser geschonten Wäldern der Klöster und geistlichen Stifte sind die Staatsforsten hervorgegangen. Nach der preußischen Besitznahme wurde bald eine planmäßige Bewirthschaftung eingeführt, die im großen Ganzen auch später beibehalten worden ist. Der Waldbestand nahm damals durch neue Schonungen in den waldärmsten Gegenden einigermaßen zu. Andererseits wurden aber auch beträchtliche Flächen abgeholzt für die unter der preußischen Herrschaft angelegten Ackerbau-Kolonien. In neuerer Zeit hat eher eine Vermehrung als weitere Verminderung des Flächeninhalts der Waldungen stattgefunden. Beispielsweise liegen längs der Warschau—Berliner Bahn an mehreren Stellen ausgedehnte Schonungen zur Aufforstung bisheriger Oedländereien mit Kiefern und Erlen.

2. Abtheilung.

Flußbeschreibungen.

2. Abtheilung. 1. Kapitel.

Die Kleine Weichsel.

(Quelle bis Przemszamündung.)

I. Flußlauf und Flußthal.

1. Uebersicht.

Von den beiden Quellbächen, aus deren Zusammenfluß am oberen Ende des Dorfes Weichsel die Kleine Weichsel entsteht, hat der von links kommende, die Schwarze Weichsel, größere Länge und höhere Lage der Quellen, soll daher als der Hauptquellbach angenommen werden, dagegen die von rechts kommende Weiße Weichsel als sein erster Seitenbach. — Die Hauptquelle der Schwarzen Weichsel liegt am südwestlichen Hange der + 1214 m hohen Barania, wo einem auf etwa + 1125 m Meereshöhe gelegenen Sumpfe dunkelbraun gefärbte Wasseradern entquellen, die gleich wieder unter der Moosdecke verschwinden, sich aber bald danach zu dem in der schmalen Felsschlucht hinab rinnenden Bächlein vereinigen. Bis zum nördlichen Fuße des + 930 m hohen Karolowkabergs fließt die Weichsel am Jagdschlössel vorbei in südwestlicher Richtung, biegt dann (+ 861 m) gegen Westen um und schlägt am Osthange des + 763 m hohen Beskidek nordwestliche Richtung ein (+ 615 m). — Die Weiße Weichsel nimmt ihren Ursprung in einem am Westhange der Barania und Magurka (+ 1129 m) weit verzweigten Quellgebiete; ihre auf + 900/1100 m Meereshöhe zu Tage tretenden Rinnsale fließen oberhalb des Forsthauses Bialka zusammen zu dem in enger Schlucht gegen Westen strömenden Bach, welcher unweit der Oberförsterei Weichsel in den Hauptquellbach mündet (+ 523 m).

Bis zur Mündung des Polanskibaches oberhalb Ustron hat die nordnordwestlich gerichtete Weichsel meist ein geschlossenes Bett. Dort beginnen durch das Zufließen mehrerer geschiebereichen Wildbäche die großen Verschotterungen, welche in der nordwärts umgebogenen Strecke bis zur Brennitzamündung weiter zunehmen und in dem wieder westnordwestlich gerichteten Laufe bis 1,5 km oberhalb der Bezirkstraßenbrücke bei Drahomischl ein breites Ablagerungsgebiet bilden. Von da bis zur Einmündung des Ochaber Mühlgrabens unterhalb des Städtchens Schwarzwasser (dicht vor der preußischen Grenze) vollzieht die in tief eingeschnittenem Bette mit noch immer ziemlich starkem Gefälle fließende Kleine Weichsel eine bogenförmige Wendung aus der bisher vorherrschend nördlichen in die vorherrschend östliche Richtung.

Sie betritt hier die am Rande der Polnisch-schlesischen Platte entlang ziehende Rinne, welche der Flußlauf längs der galizischen Grenze weiter verfolgt, indem er mehr und mehr nach Norden hin abbiegt und sich von dem Karpathengebirge mehr und mehr entfernt. Das Gefälle des Geländes ist nur gering, dasjenige des Flusses aber noch weit geringer, da er ein überall geschlossenes Bett mit zahllosen scharfen Krümmungen in den Thalgrund eingenagt hat. Von links erhält er zunächst keinen großen Zufluß, von rechts dagegen zwei namhafte Gewässer, die Illownitza und Biala, welche ebenso wie die Weichsel selbst aus dem Beskidengebirge stammen. Nachdem die Anfangs östliche Richtung oberhalb der Bialamündung mit der ostnordöstlichen vertauscht worden ist, biegt die Kleine Weichsel an den niedrigen Hügeln bei Jawiszowice nordwärts um und fließt in 5 bis 6 km Abstand mit der Sola, ihrem nächsten rechtsseitigen Nebenflusse, parallel. Nach Aufnahme der von links kommenden Bäche Pszczinka und Gostine wendet sie sich wiederum gegen Osten bis zur Einmündung der Przemsza bei Czarnuchowitz. Also erst auf der letzten Strecke erhält sie eine größere Menge von Speisewasser aus dem Flachlande, während bis zur Pszczinkamündung ihr Abflußvorgang fast ausschließlich von der Speisung aus dem Gebirgslande geregelt wird.

Die ungünstigen Wasserverhältnisse der Strecke bei und unterhalb Schwarzwasser beruhen hauptsächlich darauf, daß der nach seinem Ursprung als wilder Gebirgsfluß anzusehende Wasserlauf im Flachlande fließt. Im Gegensatze zu der nordwärts gerichteten Gebirgstrecke hat die Gebietsbeschreibung den vorwiegend ostwärts gerichteten Flußtheil von Schwarzwasser abwärts als Flachlandstrecke bezeichnet. Von der 139,1 km betragenden Gesammtlänge der Kleinen Weichsel entfallen 55,9 km auf die Gebirg- und 83,2 km auf die Flachlandstrecke.

2. Grundrißform.

Eine Karte kleinen Maßstabes läßt nicht erkennen, daß die Flachlandstrecke anderthalbmal länger als die Gebirgstrecke ist. In der Luftlinie unterscheiden sich beide an Länge nur wenig, und die Länge des Thals überwiegt sogar bei der Gebirgstrecke. Diese weist eine nur sehr kleine Entwicklung des Flußlaufs in seinem Thale und eine mäßig große Thalentwicklung auf. Bei der Flachlandstrecke ist letztere kleiner, die Laufentwicklung aber sehr groß. Für den Gesammtlauf ergiebt sich wegen des fast rechtwinkligen Wechsels der Hauptrichtung bei Schwarzwasser eine große Thalentwicklung, und auch die Laufentwicklung erreicht durch die Einwirkung der Flachlandstrecke beträchtliche Größe. — Betrachtet man die in der Uebersicht erwähnten kürzeren Abschnitte, so ergiebt sich, daß innerhalb des Gebirges bis zur Brennitzamündung die Laufentwicklung gering, im Gebirgsvorlande bis Schwarzwasser etwas größer, von da bis zur Bialamündung groß und unterhalb derselben sehr groß ist. Die Thalentwicklung nimmt nur in der ihre Richtung mehrfach ändernden Gebirgschlucht der Schwarzen Weichsel bedeutende, auf der Strecke zwischen Biala und Przemsza eine immer noch namhafte Größe an. Zwischen den Mündungen der Weißen Weichsel und der Biala sind dagegen die Luftlinienabstände der einzelnen Abschnitte nicht viel kleiner als

die Längen des Thals. Beachtung verdient, daß der stetigen Zunahme der Laufentwicklung eine stetige Abnahme des Gefälles entspricht, wenn auch das Maß der Zu- und Abnahme ein verschiedenes ist. Näheres ergiebt sich aus der nachfolgenden Tabelle:

Flußstrecke	Lauflänge km	Thallänge km	Luftlinie km	Lauf- Entwicklung %	Thal- Entwicklung %	Fluß- Entwicklung %
Quelle—Mündung der Weißen Weichsel . .	9,9	9,0	6,0	10,0	50,0	65,0
Mündungen: Weiße Weichsel—Polanskibach .	11,5	10,4	9,9	10,6	5,1	16,2
Mündungen: Polanskibach—Brennitza . . .	12,7	11,4	10,5	11,4	8,6	21,0
Mündung der Brennitza—Drahomischl . . .	14,0	11,4	10,9	22,8	4,6	28,4
Drahomischl—Schwarzwasser	7,2	6,3	5,9	14,3	6,8	22,0
Schwarzwasser—Bialamündung	32,8	19,2	17,4	70,8	10,3	88,5
Bialamündung—Przemszamündung	51,0	25,6	20,8	99,2	23,1	145,2
Gebirgstrecke	55,3	48,5	35,8	14,0	35,5	54,5
Flachlandstrecke	83,8	44,8	36,7	87,0	22,1	128,0
Im Ganzen	139,1	93,3	52,0	49,1	79,4	167,5

Für Drahomischl ist die obere Bezirkstraßenbrücke als Endpunkt der Theilstrecke angenommen, für Schwarzwasser die Mündung des aus der Knaika abgeleiteten Ochaber Mühlgrabens, der auf 180 m Länge die Reichsgrenze bildet.

Die schluchtartigen Thäler der Quellbäche sind so eng, daß der Lauf keine wesentliche Entwicklung anzunehmen vermag. Eine Verästelung findet hier nur auf der Schotterbank statt, welche die Weiße Weichsel etwa 1 km oberhalb ihrer Mündung gebildet hat. Aehnliches gilt von der Gebirgstrecke bis zur Brennitzamündung, wo das Bett meist geschlossen und ziemlich schlank verläuft. Spaltungen in einzelne Rinnen kommen bei ihr mehrfach auf den Schotterbänken an den Mündungen der geschiebeführenden Wildbäche vor, besonders unterhalb der Mündung des Polanskibachs, von welchem Punkte ab nur noch ausnahmsweise ein einheitliches Bett vorhanden ist, z. B. im Unterwasser des zur Ableitung des Werksgrabens der Ustroner Eisenhütte angelegten Wehres. Bei Hermanitz unterhalb Ustron beginnt die ausgebaute Strecke, die ein einheitliches Bett auf künstlichem Wege erhalten hat. Allerdings ist innerhalb desselben bereits wiederum eine Verästelung des Flußlaufs bei gewöhnlichen Wasserständen eingetreten, die sich aber nun nicht mehr auf das breite Schotterbett, sondern lediglich auf den von künstlichen Ufern begrenzten Flußschlauch erstreckt. Der Ausbau endigt bei Drahomischl, wo die Kleine Weichsel in einem tief eingeschnittenen Bett fließt, weshalb man sich vom Kitschitzer Wehre ab auf die Herstellung von Uferschutzbauten an den besonders gefährdeten Stellen beschränken konnte. Im ausgebauten Schlauche, der dem alten Schotterbett folgt, sind scharfe Krümmungen mit mehr als 350 m Halbmesser vermieden; aber die neue Flußachse ist durchgehends aus Kreisbögen zusammengesetzt, so daß die Ufer in den Gruben der Schlangenwindungen starken Angriffen der reißenden Strömung unterliegen.

Wegen des starken Gefälles sind diese Angriffe hier weit gefährlicher als im letzten Theile der Gebirgstrecke von Drahomischl bis Schwarzwasser, welche verhältnißmäßig wenig scharfe Krümmungen zeigt. Diese beginnen erst in

der Flachlandstrecke an der Reichsgrenze zwischen Deutschland und Oesterreich. Namentlich häufen sie sich von Lonkau abwärts in fast ununterbrochener Folge bis zur Gostinemündung, wo der Fluß wieder etwas schlankeren Lauf annimmt. Zwischen D.= und Gr.=Weichsel liegt die Grenze in dem bis auf einen Entwässerungsgraben verlandeten Bette der Alten Weichsel, während der jetzige, 1813 vom Hochwasser eingerissene, bis Zarzicz glatt gestreckte Flußlauf ganz zu Oesterreich gehört. Das Bett ist fast überall einheitlich gestaltet und sehr eng; übermäßige Breiten kommen nur selten vor. Abgesehen von jener Alten Weichsel, zeigt der Fluß keine Nebenarme, da die am Harbutowitzer Wehr abgeleitete Bajerka und der bei Kl.=Ochab nach der Knaika abgezweigte Graben nicht als solche wirken (vergl. S. 8). Wohl aber entstehen bei Hochwasser viele Seitenströmungen wegen der überaus ungünstigen Gestalt des Flußbetts, dessen zahlreichen, oft rückspringenden Schleifen der Fluthstrom nicht folgen kann. Die Angriffe dieser Seitenströmungen bedrohen und beschädigen die zu nahe am Flußbett liegenden Deiche häufig in hohem Maße. Solche Seitenströmungen entstehen auch oberhalb Schwarzwasser, namentlich von Kl.=Ochab aus in dem breiten, bis zur Knaika reichenden linksseitigen und von Drahomischl aus im rechtsseitigen Ueberschwemmungsgebiete, wenn die wenig widerstandsfähigen Deiche oben vom Ansturme des Hochwassers durchbrochen worden sind.

3. Gefällverhältnisse.

Das Gefälle nimmt von der Quelle bis zur Przemszamündung im großen Ganzen stetig ab, und zwar bis zur Brennitzamündung im Gebirge selbst sehr rasch, bewahrt im Gebirgsvorlande noch namhafte Größe und wird in der Flachlandstrecke äußerst gering, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht:

Flußstrecke	Höhenlage +m	Fallhöhe m	Lauflänge km	Mittleres Gefälle ‰	Mittleres Gefälle 1 : x
	1125,0				
Quelle—Mündung der Weißen Weichsel		602,0	9,9	60,8	16
	523,0				
Mündungen: Weiße Weichsel—Polanskibach		130,0	11,5	11,3	88
	393,0				
Mündungen: Polanskibach—Brennitza		86,0	12,7	6,77	148
	307,0				
Mündung der Brennitza—Drahomischl		43,0	14,0	3,07	326
	264,0				
Drahomischl—Schwarzwasser		11,5	7,2	1,60	626
	252,5				
Schwarzwasser—Bialamündung		12,5	32,8	0,381	2620
	240,0				
Bialamündung—Przemszamündung		13,2	51,0	0,259	3860
	226,8				
	1125,0				
Gebirgstrecke		872,5	55,3	15,8	63
	252,5				
Flachlandstrecke		25,7	83,8	0,307	3260
	226,8				
Im Ganzen	—	898,2	139,1	6,46	155

Im Ganzen ist das mittlere Gefälle der Kleinen Weichsel sehr groß, was zum verheerenden Auftreten ihrer Hochfluthen in der Flachlandstrecke wesentlich beiträgt. Diese besitzt ein schwächeres Gefälle wie die anschließende Strecke der Oberen Weichsel und wie die aus dem Flachlande stammende Przemsza. Erst unterhalb der Rabamündung, nachdem die Weichsel in die große Ebene zwischen den Vorkarpathen und dem Sandomjerzgebirge eingetreten ist, nimmt sie wieder ein ähnlich schwaches Gefälle an wie auf der Strecke zwischen den Mündungen der Biala und Przemsza. Die Gebirgstrecke hat dagegen, trotz der abschwächenden Einwirkung des flachen Gebirgsvorlandes, eine ähnlich große Gefällezahl wie z. B. die bis zu ihrer Mündung im Gebirgs- und Hügellande verlaufende Biala. Da auch dieser Bach und mehr noch die Illownitza-Gewässer mit raschem Falle von Süden in die quer vorgelagerte, äußerst gefällarme gemeinsame Sammelrinne strömen, so läßt sich leicht erklären, daß nach starken, hauptsächlich die Beskiden treffenden Regengüssen in derselben schnell große Wassermassen zusammeneilen, die dann nur mangelhafte Vorfluth finden.

So lange sie noch vom Flußbett bordvoll abgeführt zu werden vermögen, füllen sie einen engen und tiefen Querschnitt aus, der zu ihrer Weiterleitung viel geringeres Gefälle bedarf als die flachen, breit ausgedehnten Querschnitte der verschotterten Gebirgstrecke. Gerade diese öfters eintretenden bordvollen Hochfluthen haben daher die Schlangenwindungen des Flußlaufs hervorgerufen und verstärken sie fortwährend durch neue Abbrüche. Nach Aufnahme der Flachlandbäche Pszczinka und Gostine, deren Abfluß mit kleinerer Geschwindigkeit stattfindet, liegt das Bedürfniß in geringerem Maße vor, die lebendige Kraft des fließenden Wassers durch Entwicklung des Flußlaufs in Schleifen abzuschwächen. Das mit niedrigeren Ufern eingefaßte Bett gestattet die seitliche Ausbreitung des Hochwassers und gewährt trotz seines schwachen Gefälles bessere Vorfluth als die krümmungsreiche Strecke, in welcher ein bedeutender Stau erfolgt. Während bei gewöhnlichem Wasserstande das mittlere Gefälle unterhalb Jedlin 0,244, oberhalb dieses Ortes aber in der vielgewundenen Strecke bis Jawiszowice aufwärts nur 0,201 °/₀₀ beträgt, hat das große Hochwasser vom Juni 1884 auf der zuerst genannten Strecke 0,298, auf der oberhalb anschließenden 0,275 °/₀₀ Spiegelgefälle gezeigt, was bei Jawiszowice einem Stau von fast 1 m entspricht. Noch weiter oberhalb nähern sich die Gefällezahlen derjenigen für die Strecke Schwarzwasser—Bialamündung (0,381 °/₀₀). Die aufstauende Wirkung der Krümmungen und des zu engen Hochwasserbettes macht sich in der ganzen Flachlandstrecke geltend. Statt rd. 0,38 und 0,26 °/₀₀ hat beim Hochwasser vom Juni 1894 das Gefälle in den beiden Theilstrecken ober- und unterhalb der Bialamündung rd. 0,41 und fast 0,30 °/₀₀ betragen, entsprechend einem Staue von 2,8 m bei Schwarzwasser.

Im Einzelnen wechselt das Spiegelgefälle natürlich in weiten Grenzen je nach der Sohlenhöhe und der Grundrißform, nach den Sandablagerungen und den Krümmungen, z. B. zwischen Schwarzwasser und der Bialamündung von 0,1 bis 0,9 °/₀₀. Noch schroffer ist dieser Wechsel in der Gebirgstrecke, wo die Schotterbänke wehrartig wirken. Die vier Stauanlagen bei Ustron, Harbutowitz, Skotschau und Kitschitz verbrauchen zu wenig Fallhöhe, als daß sie anders wie

auf die nächste Umgebung Einfluß äußern könnten. Bei den Quellbächen verursachen die Felsbänke, in welche das Bett eingeschnitten ist, zahlreiche Gefällbrüche. Während die Schwarze Weichsel in dem ziemlich weichen Istebnaer Sandstein ein mehr stetiges, wenn auch durch kleine Stromschnellen unterbrochenes Längengefälle ausgebildet hat, zeigt die im stellenweise sehr harten Godulasandstein eingenagte Weiße Weichsel bald ein ziemlich gleichmäßiges, bald ein zwischen ruhigen Pfuhlstellen und kleinen Wasserfällen abwechselndes Gefälle: ersteres dort, wo der Bach im Streichen der Gesteinschichten fließt, letzteres dort, wo er gegen das Fallen gerichtet ist und durch härtere Felsbänke aufgestaut wird.

4. Querschnittsverhältnisse.

Die Quellbäche haben in der Regel ihr Bett so tief ausgenagt, daß es die häufiger vorkommenden Anschwellungen zu fassen vermag und nur bei ungewöhnlichen Regengüssen nicht ausreicht. Die Schwarze Weichsel hat selbst bei dem großen Hochwasser vom Juni 1894 keine nennenswerthen Schäden verursacht, wohl aber die Weiße Weichsel, welche damals die an ihr entlang führende Forststraße auf großen Strecken zerstörte, theilweise wohl in Folge von Abrutschungen des nördlichen Berghanges, deren Erd- und Geröllemassen das Bett versperrten und Stauseen bildeten, theilweise durch Verklausungen der oberhalb vom Hochwasser weggeschwemmten Baumstämme und der Ueberreste zerstörter Brücken. Auch in der Strecke bis zum Polanskibach ist das Bett meist tief und schmal, nur auf den Schotterbänken an den Seitenbachmündungen flach und übermäßig breit. Weiter abwärts folgen diese Verlängerungen der seitlichen Schuttkegel so dicht auf einander, daß sie sich berühren und bei Ustron ein zusammenhängendes Schotterbett von etwa 400 m Breite bilden, das unterhalb der Brennitzamündung von Skotschau abwärts ganz allmählich schmäler wird. Bevor der Fluß ausgebaut war, besaß er hier keine ausgeprägten Ufer, sondern verästelte sich in unregelmäßige Rinnen, die bei Trockenheit ihr Wasser oft vollständig im Gerölle verloren und nach jedem Hochwasser ihre Lage veränderten. Auch die Hauptrinne war stetigen Wandlungen unterworfen und rückte häufig an das Kulturland heran, dessen werthvolles Gelände dann abgebrochen oder bei den Ausuferungen verschottert wurde. Von Kitschitz abwärts sind die Uferränder wieder höher, und das Bett nimmt allmählich jene Gestalt eines tief eingeschnittenen, mit ziemlich steilen Böschungen begrenzten Schlauches an, welche die Kleine Weichsel unterhalb Drahomischl im Flachlande fast überall aufweist. Die letzten Ausläufer des Schuttkegels liegen in Form von schmalen Kiesbänken jetzt bereits an den Drahomischler Brücken.

Beim Ausbaue war ursprünglich wohl nur beabsichtigt, den Ausschweifungen der Seitenrinnen vorzubeugen durch Herstellung eines regelmäßigen Bettes, das zur Abführung mittelgroßer Hochwässer genügenden Raum bieten sollte. Da man aber die Kronenhöhe der Uferbauten ohne Rücksicht auf die zu erwartende und inzwischen eingetretene Vertiefung der Sohle bestimmt hatte, so bilden die neuen Ufer jetzt bereits eine hochwasserfreie Abgrenzung, welche an den fertiggestellten Strecken das Thal vor Ueberschwemmungen schützt, die gesammte Fluth-

menge also in dem für ihre unschädliche Abführung zu schmalen und wegen seiner Schlangenwindungen wenig geeigneten Flußbett zusammenfaßt. Für die gewöhnlich vorhandene Abflußmenge ist die Breite dagegen zu groß, wodurch die oben erwähnten Ablagerungen und neuen Verästelungen der Stromrinne innerhalb des ausgebauten Bettes entstanden sind. Beide Umstände haben veranlaßt, daß die beim Ansteigen und Abfallen des Hochwassers schräg gegen die Ufer gerichtete Strömung übermäßig tiefe Auskolkungen der Sohle am Fuße der Böschungen erzeugt und allmählich alle Stellen in Angriff versetzt, der nur schwer abgewehrt werden kann.

Von den Unterliegern werden daher Klagen über Vorschiebung der Schotterablagerungen und über Beschleunigung der Hochwasserzuführung erhoben. In dem streckenweise schon ausgebildeten einfachen Profil mit hochwasserfreien Ufern gelangen die 4- bis 500 cbm/sec führenden Hochfluthen vollständig zum Abfluß, während das unterhalb anschließende Bett höchstens für 300 cbm/sec Vorfluth gewährt. Im letzten Theile der Gebirgstrecke hat die Weichsel nämlich bei Niedrigwasser nur etwa 15 bis 18 m Sohlenbreite zwischen 2 bis 4 m hohen, meist steil geböschten Ufern, die beiderseits in geringem Abstande von niedrigen Deichen begleitet werden. Das mittlere Hochwasser (Mittelwerth der höchsten Jahreswasserstände des Zeitraums 1881/90) liegt am Pegel zu Drahomischl auf 5,03 m, d. h. um 4,37 m höher als das entsprechende Mittelwasser (0,66 m) und um 4,80 m höher als das mittlere Niedrigwasser (0,23 m). Die größte Schwankung zwischen dem bekannten Höchststande (7,00 m am 14. Juli 1891 und 17. Juni 1894) und dem bekannten Tiefststande (— 0,01 m Ende Juli bis Anfang August 1880) hat sogar 7,01 m betragen.

Aehnlich große Schwankungen, welche vorwiegend durch den hohen Aufstau des Hochwassers verursacht werden, zeigen die Wasserstände auf der ganzen Flachlandstrecke, wo sie indessen zuletzt abnehmen und bei N.-Berun (Kr. Pleß) nur noch 3,05 bis 3,12 m zwischen den mittleren, 4,53 m zwischen den äußersten Werthen des Hoch- und Niedrigwassers betragen. Der durch die engen Querschnitte und die scharfen Krümmungen hervorgerufene Stau tritt noch deutlicher hervor, wenn der nur 11 km oberhalb Drahomischl, aber in einem ehemals breit ausgedehnten Fluthbett gelegene Skotschauer Pegel zum Vergleich herangezogen wird, an welchem die Schwankungen zwischen den mittleren Werthen des Hoch- und Niedrigwassers im Zeitraume 1881/90 auf nur 1,17 m, zwischen den äußersten Werthen auf 2,54 m festgestellt worden sind.

Auch unterhalb Schwarzwasser ist der Wasserspiegel bei gewöhnlichem (kleinem) Wasserstande meistens nicht breiter als 18 bis 20 m, in Nähe der Bialamündung 23 bis 26 m breit, stellenweise aber auf 12 m verengt und nur an wenigen flachen Ueberbreiten auf 30 bis 50 m erweitert. Die steilgeböschten Ufer liegen mit ihren Oberkanten 3 bis 6 m höher, sind aber häufig so dicht bewachsen, daß der Abflußquerschnitt des Hochwassers eingeschränkt wird, zumal die Deiche auch hier vielfach zu nahe am Flußbett stehen. Hochwasserfreie Ufer kommen nur rechts beim österreichischen Dorfe Zabrzeg und bei Dzjeditz vor. Nach den landespolizeilichen Bestimmungen muß oberhalb der Illownitzamündung eine Sohlenbreite von mindestens 12, unterhalb von 14 m von Einbauten frei gehalten werden.

Unterhalb der Bialamündung beträgt die Niedrigwasser-Spiegelbreite bis zu den Mündungen der Pszczinka und Gostine bei Jedlin 20 bis 35 m zwischen 2,5 bis 3,5, ausnahmsweise 6 m hohen, meist steilen und zum Theil unterwaschenen Ufern. Von Jedlin ab, wo die sandigen Ufer vielfach nur 1 bis 1,5 m hoch über Niedrigwasser liegen, nimmt die Spiegelbreite bei diesem Wasserstande auf 25 bis 50 m, bei bordvollem Stande auf 30 bis 80 m zu. Das mittlere Hochwasser steigt 1,6 bis 1,8 m über die Uferkanten und überfluthet die ganze Thalsohle, soweit sie nicht durch Deiche eingeschränkt ist. Etwas höher und zum Theil hochwasserfrei liegen die Ufer auf der linken (preußischen) Seite bei Grzawa, oberhalb Zawadka, bei Guhrau, Zabrzeg und Czarnuchowitz, auf der rechten (österreichischen) Seite bei Jawiszowice und Brzeszcze. Für die Endstrecke wurde von österreichischer Seite die dem Wasserstande 0,90 m a. P. N.-Berun (Mittelwasser 1871/95 = 1,06 m) entsprechende Spiegelbreite auf 30 m berechnet, während nach landespolizeilichen Bestimmungen die Sohlenbreite bis Guhrau 15 m, bis zur Gostinemündung 20 m und zuletzt 26 m betragen soll.

5. Beschaffenheit des Flußbetts.

In der Gebietsbeschreibung ist erwähnt worden, daß die gewöhnlich mit Thonschiefern wechsellagernden Bänke des Karpathensandsteins sich keineswegs gleichartig gegen die Angriffe des Wassers verhalten. Der hellgelbe Sandstein der Istebnaer Schichten, welche die Schwarze Weichsel durchschnitten hat, ist theilweise sehr grobkörnig und leicht zerreiblich; der Bach fließt meistens auf anstehendem Gestein in einem oft fast ganz geröllefreien Bett. Dagegen führt die Weiße Weichsel aus ihrem zwischen den Istebnaer Schichten und dem Godulasandstein liegenden Erosionsgebiete, dessen Gestein harte und weiche Bänke in wechselnder Lage besitzt, viel Gerölle mit sich und hat kurz vor ihrer Vereinigung mit dem Hauptquellbache eine etwa 100 m breite Bank von groben Geschieben zu beträchtlicher Höhe über dem Thalgrunde abgelagert. Das Gefälle der zunächst anschließenden Strecke ist so groß, daß die von oben zugeführten Geschiebe weitergerissen werden. An den Mündungen der meisten, hauptsächlich aus Godulasandstein und jüngeren Schichten stammenden Wildbäche oberhalb des Polanskibachs reichen die seitlich hinzutretenden flachen Schuttkegel bis in das Bett der Kleinen Weichsel hinein und bilden darin Schotterriegel.

Vom Polanskibache ab reihen sich dieselben fast ohne Unterbrechung an einander und nehmen an Breite zu, oberhalb Ustron auf 1- bis 200, bei diesem Orte auf 400 m. Da die Geschwindigkeit des Flusses hier noch zu groß ist, um den feineren Sinkstoffen Ruhe zu gönnen, so bietet das Schotterbett den Anblick einer trostlosen Steinhalde ohne jeglichen Pflanzenwuchs; die groben Geschiebe zeigen meist plattenförmige Gestalt, etwa 40 bis 50 cm Seitenlänge und 20 bis 25 cm Stärke. Weiter abwärts vermindern sich allmählich die Breite des Schotterbettes und die Größe der Geschiebe, zwischen denen nun auch viel Sand vorkommt. Aber andererseits wächst die Höhenlage der Ablagerungen in Bezug auf die angrenzende kulturfähige Niederung unterhalb der Brennitzamündung bedeutend, so daß an mehreren Stellen die Gefahr bestand, der Fluß könne bei Hochwasser seitlich ausbrechen und ein neues Bett in dem werthvollen

Niederungsgelände auswühlen. Bei Kitschitz sind z. B. seit den fünfziger Jahren auf einer nur 3 km langen Strecke 25 ha besten Bodens von den Fluthen weggerissen worden, und man mußte an die Möglichkeit eines Durchbruchs nach der zumeist in Teichwirthschaft befindlichen tiefen Niederung bei Drahomischl denken. Erst in Nähe dieses Ortes wird das Schotterbett wieder von hohen, freilich nicht hochwasserfreien Ufern begrenzt. Bei Drahomischl hören die zuletzt bloß als schmale Kiesbänke auftretenden Ablagerungen allmählich auf; bis zur Bezirkstraßenbrücke machen sie sich noch deutlich bemerkbar und verschwinden in Nähe der Eisenbahnbrücke vollständig.

In der etwa 27 km langen Strecke von der Mündung des Polanskibachs bis oberhalb Drahomischl umfaßt das Schotterbett eine Grundfläche von nahezu 550 ha und eine Geschiebemasse, die auf 25 bis 30 Millionen cbm geschätzt wird, was einer durchschnittlichen Breite von etwa 200 m und einer durchschnittlichen Mächtigkeit der Ablagerungen von rund 5 m entspricht. Ueber diese lang ausgestreckte Schutthalde strich die Weichsel früher ungehemmt hin und her, nahm hier Geschiebe weg und lagerte sie dort wieder ab. In engeren Grenzen geschieht dies auch jetzt noch bei den ausgebauten Theilen zwischen den künstlich hergestellten, durch steinerne oder Faschinen-Schutzbauten gedeckten Ufern.

Wenn man die Gebirgstrecke der Weichsel als einen Wildbach von ungewöhnlicher Größe ansieht, so bilden ihre Nebenbäche einschließlich der Brennitza in den Erosionstrecken das Sammelgebiet der Geschiebe. Der Flußlauf von der Mündung des ersten geschiebereichen Nebenbachs (Malinka) ab bis zur Mündung des letzten (Brennitza) muß als Sammelkanal gelten, der die seitlich zugeführten Geschiebe fortbewegt. Als Ablagerungsgebiet erscheinen die sämmtlichen Schotterbetten unterhalb der Bachmündungen, welche einen wesentlichen Theil des Thalgrundes bedecken, namentlich aber jene 27 km lange Schutthalde, die vom Polanskibach aus bis oberhalb Drahomischl reicht. Bis zur Brennitza fließt der Sammelkanal also durch das Ablagerungsgebiet. Bei Drahomischl beginnt der tief in das Gelände eingeschnittene Abflußkanal des großen Wildbachs, in welchem das von Geschieben größtentheils befreite Wasser mit kleinerem Gefälle abgeführt wird.

Da die Schutthalde des Ablagerungsgebiets zweifellos im Vorrücken begriffen ist, so läßt sich annehmen, daß die Weichsel oberhalb Drahomischl bis nach Skotschau und Ustron hin ehemals ein ähnlich tief eingeschnittenes Bett besessen haben mag, das von den Ablagerungen allmählich verschüttet wurde. Die in vielen Jahrtausenden hier aufgehäuften Geschiebemassen bilden hauptsächlich die Quelle der Gefahr eines weiteren Vorschiebens des Ablagerungsgebiets, da auf der Schutthalde durch eine Einnagung des Bettes die leicht beweglichen Geschiebe in viel größerem Umfange zum Wandern gebracht werden, als solche im Erosionsgebiete der Nebenbäche neu entstehen.

In dem als Abflußkanal anzusehenden Theile der Gebirgstrecke und in der Flachlandstrecke führt die Kleine Weichsel fast ausschließlich thonigen und sandigen Schlick, das Erzeugniß der Zerreibung und Verwitterung des oberhalb liegenden Schotters, vermehrt durch die bei Uferabbrüchen gelösten Bodenmassen. Im Allgemeinen herrschen die thonigen Bestandtheile vor, da die Ufer vielfach in

ganzer Höhe fetten Lehm mit zwischengelagerten dünnen Sandschichten zeigen. Wo der aus Geröllen, Schotter, Kies oder grobem Sande bestehende, wenig widerstandsfähige Untergrund vom Flusse angeschnitten ist, kann die 1,8 bis 3 m, zuweilen sogar 5 bis 6 m starke Lehmdecke den Angriffen der Strömung wenig widerstehen. Durch Flechtzäune, Spreutlagen, Weidenpflanzungen und Faschinendeckwerke haben die Anlieger an den besonders gefährdeten Stellen die Widerstandsfähigkeit zwar zu erhöhen gesucht, nicht selten jedoch gleichzeitig den Abflußquerschnitt hierbei erheblich vermindert. Bis zur Bajerkamündung liegt die Sohle gewöhnlich im Lehm, seltener im Schotter, von da bis zur Bialamündung im Kies und Sand, von da bis Jawiszowice abwechselnd im Lehm oder Sand. An den abbrüchigen Hochufern bei Jawiszowice und Brzeszcze gerathen nicht unbeträchtliche Massen von feinem Kies und Sand in den Fluß, welche sich weiter abwärts auf der Sohle wieder ablagern. In der Endstrecke bei Czarnuchowitz ist das Bett in nußgroße Geschiebe eingeschnitten, vielleicht Ablagerungen der Sola, deren Mündungsstrecke früher zeitweilig dort gelegen zu haben scheint.

6. und 7. Form und Bodenzustände des Flußthals.

Die Quellbäche durchfließen schluchtartig geformte Thäler, deren 2- bis 300 m hohe Wände steil geböscht sind und manchmal schroff ansteigen. Letzteres ist bei der Weißen Weichsel namentlich an der linken (südlichen) Seite der Fall, da dieser Bach meist im Streichen der gegen Süd einfallenden Schichten fließt und sein Thal nach dort durch Abbruch langsam zu erweitern strebt. An seinen rechtsseitigen, mit Verwitterungschutt bedeckten Lehnen entstehen zuweilen plötzliche Abrutschungen auf den entwaldeten, in Hutungen umgewandelten Stellen. Nach Vereinigung der beiden Quellbäche wird die Thalsohle 2- bis 400 m breit und ist mit Wiesen und Gehöften bedeckt, zwischen denen viele zerstreute Gesteinstrümmer liegen; ihre Einfassung besteht aus ziemlich steilen, größtentheils bewaldeten oder zur Viehweide benutzten Berghängen von etwa 200 m Höhe. Bei Ustron biegen diese höheren Berge zuerst links, dann auch rechts zurück. In dem an ihre Stelle tretenden, gut bebauten Hügellande bildet das Thal bis nach Skotschau einen in der Mitte 3 km breiten Kessel, an dessen östlichem Saume die Weichsel, am westlichen die Blatnitza fließt. Von der Mündung dieses Baches bei Skotschau bis Kl.-Ochab erheben sich die Willamowitzer und Wislitzer Anhöhen dicht am linken Weichselufer um mehr als 60 m, die letzten Vorposten des beskidischen Hügellandes.

Durch das hier beginnende linksseitige Flachland zieht die aus der Weichsel gespeiste Knaika langsam nach Schwarzwasser hin. Auf der rechten Seite reicht das niedrige Flachland über die Bajerka hinaus bis zur Illownitza, deren Ufer den Fuß des rechtsseitigen Hügellandes begleitet. Abgesehen von der 25 bis 30 m hohen inselartigen Anhöhe Kempa-winohradska bei Kitschitz, bildet hier die von Süden nach Norden und von Westen nach Osten unmerklich geneigte Fläche eine gleichförmige Ebene, welche bis zur Mitte der Flachlandstrecke der Kleinen Weichsel reicht. Während dicht oberhalb Skotschau das Ueberschwemmungsgebiet wenig mehr als 3- bis 400 m Breite besitzt, erweitert es sich bei Kl.-Ochab zur

Linken rasch auf 1,5 km bis zum niedrigen Rande am linken Ufer des Knaikabachs. Zur Rechten gewinnt es unterhalb der Drahomischler Eisenbahnbrücke größere Breite (1 bis 1,2 km) und wird stellenweise durch eine deutlich ausgeprägte Abstufung des Geländes begrenzt Beiderseits von Kl.- und Gr.-Ochab setzen die gut unterhaltenen Dämme der Fischteiche einer größeren Ausbreitung des Hochwassers Schranken.

Der größte Theil des Thalgrundes, auch innerhalb des Ueberschwemmungsgebiets, dient als Ackerland, nur das ganz niedrige Gelände als Wiesen und Hutungen, die mehrfach mit lichtem Gehölz bestanden sind. Von den bewohnten Ortschaften leiden einzelne Theile des weit zerstreut gebauten Dorfes Weichsel und der unterhalb gelegenen Dörfer bis nach Skotschau und Drahomischl, namentlich aber das Dorf Zablacz und das Städtchen Schwarzwasser am Ende der Gebirgstrecke zuweilen schwer durch die Hochfluthen. Die bei Zablacz eintretenden Ueberschwemmungen werden durch das Ueberströmen und den Durchbruch der Dämme am rechten Ufer unweit der Drahomischler Eisenbahnbrücke hervorgerufen. An der Ueberschwemmung von Schwarzwasser betheiligen sich die bei Kl.-Ochab links ausufernden Wassermassen, welche eine zwischen Weichsel und Knaika durch die Fluthbrücken des Eisenbahndamms verlaufende Seitenströmung bilden, die unterwegs namentlich beim Auerhofe und durch Dammlücken unweit der Eisenbahnbrücke verstärkt wird.

An der rechten (österreichischen) Seite der oberen Flachlandstrecke bis Zarzicz dehnt sich die bereits beschriebene, meist zur Ackerwirthschaft benutzte, fruchtbare Ebene zwischen Weichsel und Bajerka aus. Der bei Zarzicz und jenseits der Bajerka nach dem österreichischen Dorfe Zabrzeg hin gelegene Theil des Flachlandes ist bis an das engere, mit Wiesen, Aeckern und Gehöften bedeckte, den Ueberschwemmungen ausgesetzte Thal bewaldet. Von Zabrzeg bis zur Eisenbahnlinie Bielitz—Dzjeditz—Pleß vereinigen sich die Niederungen der Weichsel und Illownitza mit einander und bilden eine ausgedehnte Fläche mit zahlreichen Wohnstätten, die hauptsächlich zur Ackerwirthschaft und an den niedrigen Stellen zu Wiesen benutzt wird. Die kleinen Deiche und Einfassungen der Fischteiche gewährten früher keine genügende Sicherheit gegen die nicht nur von der Weichsel, sondern noch mehr von der Illownitza und ihren Seitengewässern verursachten Ueberschwemmungen. Die zur Abstellung dieses Uebelstandes und zur Verbesserung der Vorfluth in den letzten Jahren erfolgreich ausgeführten Bauten sind auf S. 9 bereits erwähnt worden.

Von Dzjeditz bis zur Biala und von da bis Jawiszowice, wo das Hügelland mit 20 bis 30 m hoher, meist flach geböschter Thalwand dicht an die Weichsel tritt, liegt rechts eine anfänglich 3 km breite Niederung, die gleichfalls dicht besiedelt und gut angebaut ist, besonders viele ertragreiche Wiesen enthält. Hier wie weiter oberhalb besteht die Thalsohle zumeist aus fettem, mit sehr feinem Sande gemengtem Lehm, unter dem in 1 bis 2 m Tiefe undurchlässiger blauer Thon von etwas geringerer Mächtigkeit folgt, darunter Sand und Steingerölle. Wegen der flachen Lage leidet der schwer durchlässige Boden leicht an übermäßiger Nässe, eignet sich an den tiefen Stellen daher am besten zu Fischteichen und wird von Alters her zu solchen benutzt. Ihre ohne Rücksicht auf die ge-

regelte Ableitung des Hochwassers angelegten Dämme und die ebenso planlos hergestellten Schutzdeiche der Niederungen schränken das Ueberschwemmungsgebiet vielfach übermäßig ein und tragen zu dem oben bezeichneten Aufstau, den das Hochwasser in der Flachlandstrecke erleidet, wesentlich bei. Bei Brzeszcze öffnet sich rechts die 4 bis 5 km breite gemeinsame Thalebene der Weichsel und Sola, eine flache, meist niedrig liegende Landzunge, die zum Theil besser durchlässigen, mehr sandigen Boden, im Uebrigen aber ähnliche Zustände wie die vorbezeichnete Thalstrecke besitzt, neben Ackerland und Wiesen aber auch größere Weideländereien. Die in dieser Thalstrecke bei Harmenze befindlichen Fischteiche werden theilweise aus der Sola bespannt und in die Weichsel abgeleitet. Von der Gostinemündung abwärts hören die Verwallungen auf, so daß sich das große Hochwasser vom August 1813 hier rechts bis auf 1,5 km Breite ausdehnen konnte, in jene Teiche eindrang und die Dörfer Harmenze und Brzezinka überschwemmte, bis es zuletzt durch Babice in die Sola abfloß.

Auf der linken (preußischen) Seite wird das Thal in mäßigem Abstande vom Flußufer durch etwa 20 m hohes, flach geböschtes Gelände begrenzt. An einzelnen Stellen erweitert sich die meistens schmale Thalsohle auf 0,6 bis 1,5 km, besonders vom Vorwerk Schäfereihof bei D.-Weichsel bis Goczalkowitz, ferner oberhalb Guhrau, oberhalb Wohlau und zu beiden Seiten von N.-Berun. Bei Grzawa, oberhalb Zawadka, bei Guhrau, Wohlau und N.-Berun treten theilweise steile Hochufer dicht an den Fluß, ebenso bei Czarnuchowitz eine inselartige Anhöhe auf der Landspitze zwischen Weichsel und Przemsza. Einen tiefen Einschnitt von 4 km Breite bilden die beiderseits von Jedlin gelegenen Seitenthäler der Pszczinka und Gostine, in welche das Weichselhochwasser früher weit zurück staute; das Gostinethal ist bereits und das Pszczinkathal wird jetzt durch Schutzdämme gegen Rückstau gesichert. Die Thalsohle besteht gewöhnlich aus wenig durchlässigem Lehm, im unteren Theile stellenweise aus Sand. Vorwiegend wird sie zu Wiesen benutzt, die vielfach torfigen Oberboden haben, aber bei sorgfältiger Ent- und Bewässerung reichliches Heu von guter Beschaffenheit liefern.

Die größte linksseitige Niederung bei D.-Weichsel, Gr.-Weichsel und Lonkau liegt längs des Mühlgrabens, der bei D.-Weichsel zur Entnahme von Bewässerungswasser mit dem Flusse verbunden ist und bei Goczalkowitz zurückmündet. Ihr ertragreiches Gelände wird von den Theilhabern der später zu erwähnenden Ent- und Bewässerungsgenossenschaft im oberen Theile als Ackerland, im unteren als Wiesenland benutzt. Dieses Gelände und die übrigen Niederungen von einiger Ausdehnung sind mit Dämmen eingefaßt, welche bei Wohlau und Jedlin zum Schutze von Ackerland, bei Lonkau, Goczalkowitz, Grzawa, Guhrau und Jedlin zum Schutze von Fischteichen und Wiesen dienen. Da dieselben meist nahe am Ufer und in zu geringem Abstande von den rechtsseitigen (österreichischen) Deichen liegen, so befördern sie ebenfalls die Aufstauung des Hochwassers. Das fast ganz auf das schmale Deichvorland beschränkte Ueberschwemmungsgebiet besteht, mit Ausnahme weniger kleiner Eichengehölze bei D.-Weichsel und Guhrau, aus Wiesen und Hutweiden. Indessen ziehen sich am Flußlaufe selbst beiderseits oft ziemlich dichte Baumstreifen entlang. Bei sehr hohen Sommerfluthen erweitert sich das Ueberschwemmungsgebiet stellenweise, da z. B. die Jedliner

Dämme bisher überströmt wurden und nur das niedrigere, aber regelmäßig eintretende Frühjahrshochwasser abwehren konnten. Die bewohnten Ortschaften liegen hochwasserfrei auf dem Höhenlande und leiden durch die Ueberschwemmungen nicht unmittelbar. Wegen des besseren Zustandes der Deiche kommen Beschädigungen durch Hochwasser auf der preußischen Seite seltener vor als auf der österreichischen. Im Sommer 1880 und 1884 sind freilich auf beiden Ufern Deichbrüche entstanden, dagegen 1872 und 1894 hauptsächlich auf der österreichischen Seite.

II. Abflußvorgang.

1. Uebersicht. 2. Einwirkung der Nebenflüsse.

Stärke des Gefälles und Menge des Niederschlages vereinigen sich, um die Kleine Weichsel in ihrer Gebirgstrecke zu dem tückischen Wildbache zu machen, von dessen gefährlichen Eigenschaften bereits der vorige Abschnitt der Flußbeschreibung mannigfach Zeugniß giebt. Das Gebiet, dem die beiden Quellbäche der Kleinen Weichsel angehören, weist die höchste Jahresmenge des Niederschlages auf, den Bl. 8 für dieses meteorologische Element überhaupt zu verzeichnen hat; denn sonst erhebt sich die Jahresmenge des Niederschlages fast nur noch im Quellgebiete des Dunajec auf 1200 mm. Dabei ist die Gebietsfläche, in der über 1000 mm Niederschlag fallen, verhältnißmäßig bedeutend. Nicht nur das Auffanggebiet des Kopidlobaches und der kleineren Wildbäche gehört hierzu, sondern auch die oberhalb Skotschau mündende Brennitza entstammt diesem niederschlagsreichen Striche, während an der Quelle der Blatnitza, die sich unmittelbar bei Skotschau von links her mit dem Weichsellaufe vereinigt, der Jahresniederschlag schon etwas unter 1000 mm bleiben dürfte. Immerhin rührt der größte Theil der Wassermengen, welche bei Schwarzwasser vorbeifließen, aus einem Gebiete mit mehr als 1000 mm jährlichen Niederschlages her; und wenn man berücksichtigt, ein wie großer Theil der ganzen Jahressumme des Niederschlages in plötzlichen Sturzregen niederzugehen pflegt, so ist das Ungestüm, das der Kleinen Weichsel bis zu ihrem Eintritt in das Flachland innewohnt, ohne Weiteres verständlich. Auch das weit verzweigte Gewässernetz der Illownitza und dasjenige der Biala greifen in ein Gebiet mit mehr als 900 mm jährlichen Niederschlages. Da aber der Gebietszuwachs, den diese beiden Seitengewässer bringen, nahezu 70 % der Gebietsfläche bis zur Mündung der Biala beträgt, so sind auch sie für die Wasserfülle der Hochfluthen von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Wie bereits auf S. 15 hervorgehoben, wird der Abflußvorgang bis zur Pszczinkamündung ausschließlich durch die Speisung aus dem Gebirgslande geregelt.

Erst die Pszczinka und Gostine bringen einen Gebietszuwachs um 68 %, der aus niedrigem Hügel- und Flachland besteht, und wirken dadurch in der Richtung ein, daß der Abflußvorgang am Pegel zu N.-Berun scheinbar mehr der eines Flachland- als der eines Gebirgsflusses ist, wogegen in der mittleren jährlichen Bewegung der Wasserstände an den beiden oberhalb gelegenen Pegelstellen das Gebirge ganz ungemein stark in die Erscheinung tritt, noch stärker z. B. als

bei Sola, Skawa und Raba. Viel trägt jedoch zu dieser Wandlung auch der Umstand bei, daß der Flußlauf sich auf der unteren Strecke (wo er die Grenze zwischen Oesterreich und Deutschland bildet) aus zahllosen Schlangenwindungen zusammensetzt und sein Hochwasserbett mit unregelmäßig angelegten Dämmen eingeengt ist. Der hierdurch bewirkte Aufstau macht sich bei den plötzlich auftretenden Sommerhochfluthen in weit höherem Grade fühlbar als bei den langsamer anschwellenden Schmelzwasserfluthen; und zwar kommt er bei Drahomischl im vollen Maße zur Geltung, wogegen N.-Berun am Ende der dieser Stauwirkung ausgesetzten Strecke liegt. So ist die Wasserstandsbewegung des Flusses, dessen sommerliche Hochfluthen oberhalb der Stadt Schwarzwasser unvergleichlich gewaltiger sind als das durch die Schneeschmelze hervorgerufene Hochwasser, beim Eintritt nach Galizien derartig gemäßigt, daß im langjährigen Durchschnitt nur noch der März ein Monat mit ausgeprägtem Hochwasser bleibt, während die mittleren Höchststände der einzelnen Sommermonate geringere Höhen besitzen, die zwischen dem entsprechenden Werthe für den März und den kleinen Anschwellungen der fast gänzlich hochwasserfreien Herbstmonate etwa die Mitte halten.

Die Eisgänge pflegen unschädlich zu verlaufen; die Schollen werden, sobald die Ufer überfluthet sind, auf die Vorländer geschoben, und kleine Eisversetzungen kommen nur dann vor, wenn das Wasser nicht rasch genug steigt, um das Eis aus einander zu treiben.

3. Wasserstandsbewegung.

Die Zahl der Pegelstellen ist leider zu gering, als daß die allmähliche Wandlung der Eigenart des Flusses sich schrittweise feststellen ließe. Denn nur von drei Punkten liegen Beobachtungen vor, die herangezogen werden konnten. Diejenigen des Pegels bei N.-Berun (früher hieß der Ort Zabrzeg) stehen unter Aufsicht der preußischen Wasserbauinspektion zu Gleiwitz und der Regierung zu Oppeln; die Beobachtungen der beiden anderen Pegel bei Skotschau und Drahomischl sind auf Veranlassung des Landesausschusses von Oesterreichisch-Schlesien vorgenommen worden. Seit 1895 bestehen hier andere, vom Hydrographischen Centralbureau in Wien errichtete Pegel, deren Ablesungen aber mit den älteren nicht in Uebereinstimmung zu bringen sind.

Pegelstelle	Km.	Nullpunkt N.N. +	Beobachtet seit
Skotschau	37,2	—	Januar 1880
Drahomischl . . .	48,1	—	April 1880
N.-Berun	135,1	226,391 m	April 1833

Allenfalls käme noch die Pegelstelle Jawiszowice (Km. 103,7) in Betracht. Da deren Beobachtungsreihe jedoch nur bis in die Mitte des Jahres 1887 zurückgeht und zudem in den ersten Jahren nicht ganz vollständig ist, andererseits aber die bei Drahomischl angestellten Beobachtungen in den letzten Jahren nicht lückenlos und einwandfrei genug sind, um eine Benutzung über das Jahr 1890 hinaus rathsam erscheinen zu lassen, so würde nur eine so kurze Zeitspanne zur Vergleichung übrig bleiben, daß von der Heranziehung jener vierten Beobachtungs-

reihe Abstand genommen werden mußte. Für das bei jenen drei Pegeln vergleichbare Jahrzehnt 1881/90 ergeben sich die in folgender Tabelle zusammengestellten Monatswerthe und Hauptzahlen. Für erstere liefern die Abb. 1 bis 3 auf S. 191 eine übersichtliche Darstellung.

1881/90	Skotschau			Drahomischl			N.-Berun		
	MNW m	MW m	MHW m	MNW m	MW m	MHW m	MNW m	MW m	MHW m
November	— 0,06	0,03	0,22	0,32	0,55	1,26	0,73	0,99	1,61
Dezember	— 0,07	0,00	0,28	0,31	0,51	1,28	0,77	1,04	1,75
Januar	— 0,09	— 0,01	0,19	0,27	0,45	1,02	0,80	1,07	1,80
Februar	— 0,11	— 0,07	0,11	0,28	0,40	0,84	**0,81**	1,04	1,56
März	— 0,07	0,07	0,33	0,32	**0,85**	2,06	0,78	**1,33**	**2,58**
April	**0,01**	**0,08**	0,24	**0,49**	0,82	1,34	0,78	1,08	1,71
Mai	— 0,07	0,03	0,36	0,32	0,68	1,78	0,60	0,87	1,52
Juni	— 0,12	0,06	**0,52**	0,35	0,84	2,76	0,62	1,02	1,99
Juli	— 0,12	0,02	0,50	0,39	0,78	**3,08**	0,64	0,93	1,98
August	— 0,05	0,05	0,44	0,36	0,78	2,56	0,66	1,07	2,01
September	— 0,07	0,04	0,38	0,30	0,60	1,73	0,67	0,98	1,86
Oktober	— 0,05	0,07	0,36	0,36	0,68	1,95	0,76	1,08	1,75
Winter	— 0,11	0,02	0,51	0,24	0,60	2,67	0,65	1,09	2,90
Sommer	— 0,15	0,04	0,95	0,25	0,72	4,72	0,53	0,99	2,98
Jahr	— 0,16	0,03	1,01	0,23	0,66	5,03	0,53	1,04	3,58

		Skotschau	Drahomischl	N.-Berun
1881/90	Tiefststand	— 0,30 m Juni, Juli 1885	0,00 m öfters 1881 u. 82	0,38 m 9. August 1881
	Höchststand	1,40 m 20. Juni 1884	6,50 m 30. Juli 1889	4,55 m 22. Juni 1884
1880/95	Tiefststand	— 0,34 m 5. u. 18. Juli 1880	— 0,01 m 21. Juli/3. Aug. 1880	0,38 m 9. August 1881
	Höchststand	2,20 m 17. Juni 1894	7,00 m 14.7.1891, 17.6.1894	4,60 m 15. Juli 1891

Schon aus den Ausführungen über Flußlauf und Flußthal ging hervor, daß der Abflußvorgang ein Bild darbieten muß, das mit der Beschaffenheit des stellenweise äußerst verwilderten Flußbettes von Ort zu Ort außerordentlich rasch wechselt. So breitete sich früher das Flußbett an der Pegelstelle Skotschau derartig über ein wüstes Schotterfeld aus, daß die gesammte Wasserstandsbewegung hier den Eindruck der Winzigkeit macht, während bei der nur 11 km weiter unterhalb gelegenen Pegelstelle Drahomischl, wo die Fluthen in einem tief eingeschnittenen Bett zusammengehalten und in Folge nicht ausreichender Vorfluth überdies noch aufgestaut werden, ganz besonders große Schwankungen vorkommen. Die in den Jahren 1880/95 beobachteten Tiefst- und Höchststände zeigen eine Schwankung von 7,01 m, bei Skotschau aber nur von 2,54 m. Verhältnißmäßig noch größer ist der Unterschied bei der mittleren Jahresschwankung, die bei Skotschau nur 1,17 m, bei Drahomischl aber mehr als das Vierfache, nämlich 4,80 m ausmacht. Die Wasserstandsbewegung an der Pegelstelle Skotschau ist mithin in ihrer Bedeutung erst dann zu würdigen, wenn man sich vergegenwärtigt,

daß eine Schwankung im Betrage von 0,1 m hier mehr als $8^1/_2\,^0/_0$ der mittleren Jahresschwankung darstellt, also einen Werth, der im Allgemeinen schon recht erhebliche Unterschiede in der Wasserführung bedeutet.

Für die eingehende Betrachtung ist ein zehnjähriger Zeitraum, wie er hier zur Herleitung der Mittelwerthe zu Grunde gelegt werden mußte, bei einem Flusse mit so häufigen Erregungen weitaus zu kurz. Nur die am meisten hervorstechenden Merkmale der Zahlenreihen, welche sich auf so wenige Jahre beziehen, können als Ausdruck dauernder Eigenschaften des Flusses betrachtet werden. Zu diesen gehört mit an erster Stelle die gewaltige Bedeutung, welche die sommerlichen Hochfluthen für die Gebirgstrecke des Flusses besitzen. Die Sommermonate Juni, Juli und August zeigen bei Skotschau und Drahomischl jeder ein wesentlich größeres mittleres Hochwasser als der März, und diese Erscheinung fällt um so schwerer ins Gewicht, als sie bei den übrigen Gebirgsflüssen des Weichselstromgebiets im Allgemeinen nicht zutrifft. Auch bei diesen überragt wohl der mittlere Sommerhöchststand denjenigen des Winters; der zeitliche Spielraum, der den sommerlichen Hochfluthen verbleibt, bringt es dagegen mit sich, daß nur ganz vereinzelt einmal das aus nicht gar zu wenigen Jahren gebildete mittlere Hochwasser eines einzelnen Sommermonats um ein Geringes über dasjenige des März emporsteigt (z. B. für den hier zu Grunde gelegten Zeitraum das des Juni an fast allen Pegelstellen der Sola, Skawa und des Dunajec). In der Flachlandstrecke der Kleinen Weichsel erleiden diese Verhältnisse dann eine derartige Verschiebung, daß bei N.-Berun der Höchstwerth, den das mittlere Hochwasser eines Sommermonats erreicht, um etwa 0,5 m unter dem durch eine viel regelmäßigere Wiederkehr hoher Anschwellungen bedingten mittleren Hochwasser des März bleibt, und zwar nicht nur im zehnjährigen, sondern auch im langjährigen Durchschnitt (1833/96). Hierfür giebt es mehrere Gründe: Die beträchtlichen Wassermassen, welche bei heftigen Sommerregen mit großer Geschwindigkeit in der Gebirgstrecke zusammenströmen, finden nur langsam ihren Weg durch die vielen Schlangenwindungen der außerdem recht gefällarmen unteren Flußstrecke; braucht der Wellenscheitel in der Regel doch nahezu zwei Tage, um die 86 km messende Flußstrecke von Drahomischl bis N.-Berun zu durchlaufen. In Folge dieser langsamen Fortbewegung muß naturgemäß eine beträchtliche Dehnung und Abflachung der bei Drahomischl in der Regel auch auf ihrer Rückseite recht steilen Fluthwelle vor sich gehen. Dies kommt umso mehr zur Geltung, weil von der Gostinemündung ab die gleichfalls auf einen Aufstau des Hochwassers hinwirkenden Dämme aufhören und die Fluthmassen schon oberhalb N.-Berun sich freier ausbreiten können. Die Schmelzwasserfluthen sind in der oberen Strecke verhältnißmäßig unbedeutend und erhalten gewöhnlich erst durch die Wasserzufuhr aus dem Flachland ihr volles Gepräge. In der That würde sich leicht eine größere Anzahl von Frühjahrsanschwellungen nachweisen lassen, deren Fluthgröße wohl bei N.-Berun einen vorgegebenen Bruchtheil der mittleren Jahresschwankung betrug (etwa 50 $^0/_0$), während der Fluß in seiner Gebirgstrecke bei weitem nicht bis zu dieser Höhe anschwoll.

Der Abflußvorgang bietet bei Skotschau und Drahomischl somit ein völlig anderes Bild als bei N.-Berun. Bei Skotschau liegt, um die letzten Darlegungen

(Die Mittelwerthe für die Pegelstellen Skotschau und Drahomischl beziehen sich auf das Jahrzehnt 1881/90.)

Abb. 1.

Skotschau

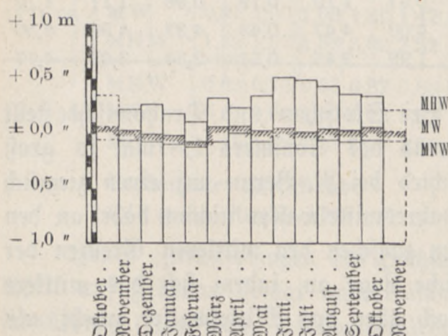


Abb. 2. Drahomischl

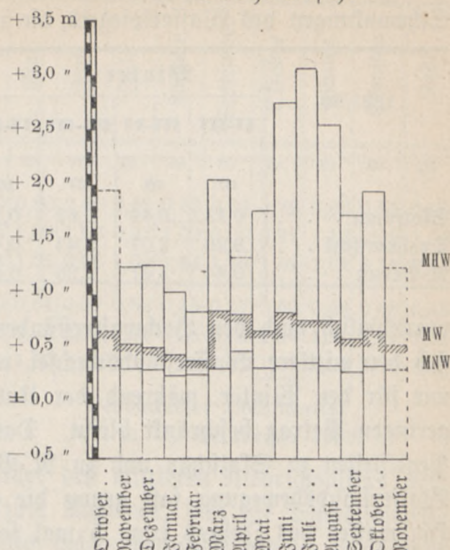


Abb. 3. N.-Berun (1881/90)

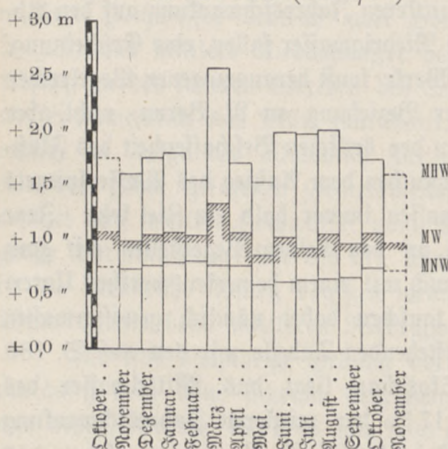
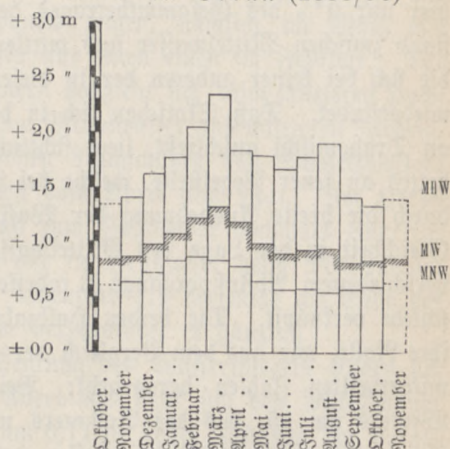


Abb. 4. N.-Berun (1833/96)



noch etwas weiter auszuführen, das mittlere Hochwasser des Sommers um 38, bei Drahomischl gar um 43 % des Gesammtbetrages der mittleren Jahresschwankung über dem mittleren Hochwasser des Winters; bei N.-Berun unterscheiden sich dagegen die Werthe für das mittlere Hochwasser der beiden Jahreshälften nur um eine rein zufällige Größe. Diese Verschiedenheit zwischen beiden Flußstrecken ist so erheblich, daß sie auch auf das Mittelwasser zurückwirkt, das an den beiden Pegelstellen der Gebirgstrecke ebenfalls im Sommer höhere Lage als im Winter besitzt, während bei N.-Berun das Umgekehrte der Fall ist.

Allerdings haben die Unterschiede in den Werthen des Mittelwassers und des mittleren Niedrigwassers zwischen beiden Jahreshälften ziemlich verschwindende Beträge, namentlich, wenn man ihnen das Emporschnellen der oberen

Grenzen des Wasserstandes gegenüber hält. So richten sich die halbjährlichen Schwankungen des Wasserspiegels, die in der nachstehenden Tabelle enthalten sind,

1881/90	Winter			Sommer			Jahr			
	MW-MNW	MHW-MW	MHW-MNW	MW-MNW	MHW-MW	MHW-MNW	MW-MNW	MHW-MW	MHW-MNW	HHW-NNW
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Skotschau . . .	0,13	0,49	0,62	0,19	0,91	1,10	0,19	0,98	1,17	1,70
Drahomischl . .	0,36	2,07	2,43	0,47	4,00	4,47	0,43	4,37	4,80	6,50
N.-Berun . . .	0,44	1,81	2,25	0,46	1,99	2,45	0,51	2,54	3,05	4,17

vornehmlich nach den Hochwasserständen: Bei Skotschau und Drahomischl stellt sich der mittlere Wasserstandswechsel während des Sommers 1,8-mal so groß wie für den Winter, während der Unterschied bei N.-Berun auf einen ziemlich geringen Betrag beschränkt bleibt. Das Jahresmittelwasser nimmt dabei an den Pegelstellen zu Skotschau und zu N.-Berun zwischen den mittleren Grenzen der Wasserstandsbewegung fast genau die gleiche Lage an, indem sich das mittlere Hochwasser des Jahres etwa 5-mal so hoch über das Mittelwasser erhebt, als dieses seinerseits über dem mittleren Niedrigwasser liegt. Bei Drahomischl nimmt dagegen das Verhältniß beider Abstände den doppelten Werth an, so daß hier nur 9 % des Gesammtbetrages der mittleren Jahresschwankung auf den Abstand zwischen Mittelwasser und mittlerem Niedrigwasser fallen, eine Erscheinung, die sich bei keiner anderen der in diesem Werke sonst herangezogenen Pegelreihen wiederfindet. Daß Skotschau sich in dieser Beziehung an N.-Berun, nicht aber an Drahomischl anschließt, liegt sichtlich an der örtlichen Beschaffenheit des Flußbettes an jener Pegelstelle, welche bei Hochfluthen dem Anstieg des Wasserspiegels durch die breite Ausdehnung der Wassermassen immer bald ein Ziel setzt. Jene Gleichheit in der Lage des Mittelwassers an den beiden Pegelstellen mit ganz verschiedenem Abflußvorgange ist indessen auch mit einem bemerkenswerthen Unterschiede verknüpft. Die beiden Halbjahre tauschen dabei nämlich gewissermaßen ihre Rolle, wie aus dem Vergleich der vorstehenden Tabelle mit den auf S. 189 mitgetheilten Zahlen hervorgeht: Bei Skotschau liegt das Mittelwasser des Winters um 15, das des Sommers um 17 % der mittleren Jahresschwankung über dem mittleren Niedrigwasser des Jahres, bei N.-Berun umgekehrt das Mittelwasser des Winters um 18, das des Sommers um 15 %, bei beiden daher das Mittelwasser des Jahres um 16 bis 17 %; bei Drahomischl betragen dagegen die entsprechenden Verhältnißzahlen nur 8 % für den Winter und 10 % für den Sommer.

Aus dem Jahresverlauf des mittleren Niedrigwassers verdient noch hervorgehoben zu werden, daß dasselbe an den Pegeln der Gebirgstrecke im April, bei N.-Berun dagegen schon im Februar seinen Höchstwerth hat, und zwar bleibt diese Erscheinung auch bestehen, wenn man an den ersterwähnten Pegelstellen die Jahre 1891/95, so gut es geht, für die Mittelbildung mitbenutzt oder bei N.-Berun zu den viertelhundert- oder langjährigen Werthen übergeht, die in einer Tabelle beigefügt sind. Die Wasserstandsbewegung im Kreislaufe des Jahres für die 64-jährige Reihe 1833/96 ist außerdem in Abb. 4 bildlich dargestellt.

N.-Berun		November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1871/95	MNW	0,71	0,77	0,82	**0,86**	0,85	0,80	0,68	0,66	0,65	0,63	0,64	0,73	0,66	0,55	0,55
	MW	0,91	1,00	1,08	1,22	**1,42**	1,15	1,06	1,06	0,97	1,02	0,88	0,97	1,13	0,99	1,06
	MHW	1,42	1,57	1,88	2,02	**2,52**	1,78	1,85	2,00	1,88	1,94	1,48	1,49	3,01	3,16	3,67
1833/96	MNW	0,63	0,72	0,83	**0,87**	0,83	0,79	0,64	0,57	0,58	0,55	0,57	0,60	0,59	0,46	0,45
	MW	0,87	0,98	1,08	1,22	**1,32**	1,19	0,99	0,90	0,93	0,95	0,82	0,84	1,11	0,91	1,01
	MHW	1,41	1,62	1,77	2,06	**2,35**	1,84	1,80	1,68	1,79	1,91	1,42	1,34	3,04	3,00	3,55

Beobachteter Tiefststand: 0,18 m 31. August 1842.

Beobachteter Höchststand: 4,71 m 16. September 1833.

Jenes Zurückspringen des Höchstwerthes des mittleren Niedrigwassers vom April auf Februar bringt unverkennbar zum Ausdruck, daß die Schneeschmelze im Gebirge (Skotschau, Drahomischl) erheblich später stattfindet als im Flachlande (N.-Berun). Sonst ist zu der langjährigen Reihe für N.-Berun namentlich noch zu bemerken, daß die in Abb. 4 eingetragenen Linien für das Mittelwasser und mittlere Hochwasser deutlich zwei Höchstpunkte zeigen, nämlich im März und August, das mittlere Niedrigwasser dagegen nur jenen einen im Februar. Der Abstieg zu den tieferen Werthen des Sommers vollzieht sich beim mittleren Hochwasser namentlich vom März zum April, beim Mittelwasser und mittleren Niedrigwasser in Folge des allmählich stattfindenden Nachschubes des Schmelzwassers aus den höher gelegenen Gebietstheilen erst vom April zum Mai. Im Herbst erfährt das mittlere Hochwasser vom August zum September nochmals eine sehr große Verminderung (fast 0,5 m), ähnlich wie im Frühjahr; beim Mittelwasser ist der herbstliche Abstieg dagegen weniger bedeutend als derjenige am Ende des Winters, und beim mittleren Niedrigwasser verschwindet er gänzlich.

Für eine vieljährige Hebung oder Senkung des Wasserspiegels finden sich vorläufig noch keine sicheren Anzeichen. Allerdings stellt sich das Mittelwasser aus dem Zeitraum 1871/95 mit 1,06 m um 0,11 m höher als das der vorangehenden 25 Jahre, und, in Abschnitte von 5 zu 5 Jahren zerlegt, zeigt die Beobachtungsreihe gerade innerhalb der letzten Jahrzehnte besonders hohe Fünfjahrs-Mittelwerthe, z. B. 1,13 m für 1876/80, 1,09 m für 1886/90 und 1891/95. Aber auch schon das Mittel für 1846/50 erreicht mit 1,07 m annähernd diese Beträge. Die nähere Darlegung dieser Verhältnisse fällt dem Band I zu, wo auch die Schwankungen, die der Wasserreichthum des Stromes im Allgemeinen erlitten hat, ausführlicher betrachtet worden sind.

4. Häufigkeit der Wasserstände.

Schon aus den Mittelwerthen geht hervor, daß die Höchststände des Jahres bei Skotschau und Drahomischl in ganz überwiegender Mehrzahl auf das Sommerhalbjahr fallen. Nähert sich doch das mittlere Hochwasser des Sommers dem des Jahres an diesen Pegelstellen auf 5 bis $6\frac{1}{2}\%$ der mittleren Jahresschwankung,

während der Abstand größer ausfallen müßte, wenn die Fälle, wo der Winter den Jahreshöchststand hat, nicht eine ziemlich verschwindende Ausnahme bildeten. So ist in den 16 Beobachtungsjahren 1880/95, die für diese Frage herangezogen werden können, der Jahreshöchststand an den genannten Pegelstellen nur zwei- oder dreimal im Winter eingetreten, und zwar nur in den Ausnahmejahren 1881, 1886, vielleicht auch 1895, deren Sommer ganz hochwasserfrei blieb. In allen übrigen Sommerhalbjahren erreichte der Wasserspiegel mindestens eine Höhe von 0,78 m a. P. Skotschau und von 3,60 m a. P. Drahomischl. Wenn man noch zwei weitere Jahre ausscheidet, so erhöhen sich diese Zahlen auf 0,90 m und 4,70 m. Diese Werthe stellen aber schon recht beträchtliche Anschwellungen dar, die also in je drei Sommern etwa zweimal auftreten und dann oft noch eine beträchtlich größere Höhe annehmen, wogegen im Winter eine Ueberschreitung der zuletzt genannten Pegelhöhen niemals verzeichnet ist. In den meisten Fällen vollziehen sich die sommerlichen Hochfluthen so rasch, daß der Wasserspiegel am Tage nach dem Eintritt des Wellenscheitels schon wieder außerhalb der Hochwassergrenze liegt. So sind für den Zeitraum 1880/95 bei Skotschau nur 23, ähnlich bei Drahomischl nur 20 Tage zu zählen, für die an ersterer Pegelstelle ein Wasserstand von mehr als 0,90 m, an letzterer ein solcher von mehr als 4,70 m beobachtet ist, und an dieser Anzahl ist allein das Hochwasser des Jahres 1894, das in einer doppelten Anschwellung bestand, mit acht Tagen bei Skotschau und sechs Tagen bei Drahomischl betheiligt.

Der Tiefststand des Jahres tritt dagegen an beiden Pegelstellen im Winter und im Sommer ziemlich gleich oft ein, wie ja auch die Werthe des mittleren Niedrigwassers für beide Jahreshälften recht nahe aneinander liegen. Auch die einzelnen Monate zeigen keine großen Unterschiede, da bei einem wilden Gebirgsbach die Wasserführung überhaupt zu jeder beliebigen Jahreszeit sehr leicht eine Herabminderung bis auf ihre unterste Grenze erfahren kann. Hierdurch erklärt es sich wohl, daß der gleiche Niedrigststand häufig in mehreren oder gar in vielen Monaten hintereinander wiederkehrt. Theilweise mag dies allerdings vielleicht auch der Wahrnehmung des Beobachtungsdienstes und der Pegelaufstellung zuzuschreiben sein.

Gerade entgegengesetzt ist die Vertheilung der Jahres-Tiefst- und Höchststände bei N.-Berun. Hier sind es die Höchststände, die in beiden Jahreshälften ziemlich gleich oft vorkommen, wie sich denn auch die Werthe des mittleren Hochwassers in beiden Jahreshälften einander nahezu gleichen (in der langjährigen Reihe bis auf 1,3 % der mittleren Jahresschwankung). Von den Tiefstständen gehört dagegen weitaus die größere Anzahl (1833/96 sind es 81 %) dem Sommerhalbjahr an, ganz wie es der Thatsache entspricht, daß das mittlere Niedrigwasser des Sommers nur unerheblich von dem des Jahres verschieden ist, dasjenige des Winters dagegen um 0,14 m höher liegt. So deutlich sich nun aber auch in dieser Umkehrung der Verhältnisse die Milderung ausspricht, die der Abflußvorgang in der unteren Strecke des Flusses erfährt, so deutet das gleich häufige Auftreten des Höchststandes im Winter und im Sommer doch noch immer auf eine überwiegende Einwirkung des Gebirges hin, zumal da die der sommerlichen Jahreshälfte zufallenden Höchststände durchschnittlich etwa 0,5 m höher sind als die übrigen. Unter den einzelnen Monaten ist, wie nachstehende

N.-Berun Prozentzahlen für 1833/96 der	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Höchstständе .	0	6	8	14	15	5	12	9	12	**16**	1,5	1,5	48	52	100
Tiefststände .	13	2	1	1	1	1	7	18	8	**26**	13	9	19	81	100

Zusammenstellung zeigt, namentlich der August hervorzuheben, der sowohl die meisten Höchststände (16 %), als auch die meisten Tiefststände (26 %) besitzt. In der Reihe der Höchststände folgen demnächst Februar und März mit zusammen 29, Mai und Juli mit je 12 %, während der Juni dazwischen mit 9 % etwas zurückbleibt. September und Oktober hatten den Höchststand nur in je einem Falle, wobei allerdings der September-Höchststand den höchsten seit 1833 überhaupt beobachteten Wasserstand bildet. Dem November ist kein Jahreshöchststand zugefallen. Bezüglich der Tiefststände ist noch darauf hinzuweisen, daß ihre Seltenheit im Winter noch größer erscheint als oben angegeben, wenn man den Uebergangsmonat November mit 13 % in Abzug bringt, da für die übrigen Monate dann insgesammt nur 6 % verbleiben.

Die meisten Wasserstände liegen, wie bei allen unter stärkerer Einwirkung des Flachlands stehenden Pegelstellen, so auch bei N.-Berun unter dem Mittelwasser

Stufen	Beobachtete Anzahl von Wasserständen			Prozentische Häufigkeit der Wasserstände		
	Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr
m m						
4,00 und höher	2	8	10	0,0	0,2	0,1
ausschl. 4,00 bis 3,80 einschl.	6	9	15	0,1	0,2	0,2
" 3,80 " 3,60 "	4	8	12	0,1	0,2	0,1
" 3,60 " 3,40 "	10	6	16	0,2	0,1	0,2
" 3,40 " 3,20 "	15	13	28	0,3	0,3	0,3
" 3,20 " 3,00 "	9	15	24	0,2	0,3	0,3
" 3,00 " 2,80 "	28	23	51	0,6	0,5	0,6
" 2,80 " 2,60 "	36	34	70	0,8	0,7	0,8
" 2,60 " 2,40 "	55	26	81	1,2	0,6	0,9
" 2,40 " 2,20 "	87	43	130	1,9	0,9	1,4
" 2,20 " 2,00 "	92	80	172	2,0	1,7	1,9
" 2,00 " 1,80 "	160	98	258	3,5	2,1	2,8
" 1,80 " 1,60 "	180	145	325	4,0	3,2	3,6
" 1,60 " 1,40 "	257	192	449	5,7	4,2	4,9
" 1,40 " 1,20 "	474	311	785	10,5	6,7	8,6
" 1,20 " 1,00 "	816	483	1299	18,0	10,5	14,2
" 1,00 " 0,80 "	**1258**	1094	2352	**27,8**	23,8	25,7
" 0,80 " 0,60 "	936	**1595**	**2531**	20,7	**34,7**	**27,7**
" 0,60 " 0,40 "	106	417	523	2,4	9,1	5,7
Gesammtzahl 1871/95 . . .	4531	4600	9131	100,0	100,0	100,0

Prozentsatz aller Wasserstände, die unter der angegebenen Höhe verblieben.

Höhe m	Winter	Sommer	Jahr	Höhe m	Winter	Sommer	Jahr
HHW	100,0	100,0	100,0	2,40	96,4	96,9	96,6
				2,20	94,4	96,0	95,2
4,00	100,0	99,8	99,9	2,00	92,4	94,2	93,3
3,80	99,8	99,6	99,7	1,80	88,9	92,1	90,5
3,60	99,7	99,5	99,6	1,60	84,9	89,0	86,9
3,40	99,5	99,3	99,4	1,40	79,2	84,8	82,0
3,20	99,2	99,0	99,1	1,20	68,8	78,0	73,4
3,00	99,0	98,7	98,9	1,00	50,8	67,5	59,2
2,80	98,4	98,2	98,3	0,80	23,0	43,7	33,4
2,60	97,6	97,5	97,5	0,60	2,4	9,1	5,7

der betreffenden Jahreszeit. Den beiden hierfür beigegebenen Tabellen ist der Zeitraum 1871/95 zu Grunde gelegt. Sie enthalten sowohl für das Jahr im Ganzen, wie für seine beiden Hauptabschnitte: einerseits die Häufigkeit der Wasserstände in den einzelnen Höhenstufen, andererseits die Gesammtzahl der Wasserstände, welche unter den verschiedenen Pegelhöhen verblieb. Diese zweite, nur nach Prozenten aufgestellte Tabelle ist jedoch nicht durch bloße Addition der prozentischen Zahlen der ersten Tabelle gewonnen, sondern es wurden die ursprünglichen Zahlen in entsprechender Weise zusammengerechnet und ihre Summen aufs Neue in Prozente umgerechnet. Außerdem ist zu diesen Tabellen zu bemerken, daß in ihnen alle Wasserstände ohne Verbesserung wegen veränderter Höhenlage des Pegels geblieben sind. Diese Verbesserungen, welche die Jahre 1874/85 betreffen und bis zu — 0,08 m betragen, wirken übrigens auf das Mittelwasser nur mit einer Verminderung um rund 0,01 m ein. Man wird, wie es bei den unten angeführten Werthen des gewöhnlichen Wasserstandes (GW) und des Scheitelwerthes (SW), d. h. des am häufigsten vorkommenden Wasserstandes, geschehen ist, die Annahme machen dürfen, daß auch letztere Größen eine ungefähr gleich große Aenderung erleiden. Wollte man diese Einwirkung bei den Tabellen ebenfalls berücksichtigen, so brauchte man sich nur alle Stufengrenzen um 0,01 m vermindert zu denken.

1871/95	NNW m	MNW m	SW m	GW m	MW m	MHW m	HHW m
Winter . .	0,47	0,66	0,87	0,98	1,13	3,01	4,38
Sommer .	0,38	0,55	0,73	0,84	0,99	3,16	4,60
Jahr . .	0,38	0,55	0,77	0,92	1,06	3,67	4,60

Die Linie für die Häufigkeit der Wasserstände steigt vom Kleinstwasserstande an zunächst sehr rasch in die Höhe; der häufigste Wasserstand liegt im Winter nur 0,40 m, im Sommer 0,45 m über dem Niedrigststande und in beiden Halbjahren 0,26 m unter dem zugehörigen Mittelwasser. Dieser kurze, jäh aufsteigende Zweig der Häufigkeitslinie umfaßt bereits eine so große Gesammtzahl von Wasserständen, daß in beiden Halbjahren eine weitere Erhebung um 0,11 m zu

dem gewöhnlichen, also nur noch an der Hälfte aller Tage überschrittenen Wasserstand führt. Die Häufigkeitslinie nähert sich der Nulllinie allmählich dann mehr und mehr und erstreckt sich schließlich in unmittelbarer Nähe derselben bis zu den höchsten Wasserständen hinauf. Solange man nicht über 2,40 m a. P. hinausgeht, liegt unter einer beliebig herausgegriffenen Pegelhöhe im Sommer stets ein größerer Prozentsatz aller Wasserstände als im Winter. Am erheblichsten ist dieser Unterschied in der ungefähren Höhe der häufigsten Wasserstände; unter 0,8 m am Pegel bleiben nur 23,0% aller Wasserstände des Winters, dagegen 43,7% derjenigen des Sommers, also gegen 21% mehr. Ueber dem genannten Grenzwerthe (2,40 m a. P.) wird dagegen die Ueberschreitung einer bestimmten Pegelhöhe im Sommer wahrscheinlicher als im Winter.

Berücksichtigt man, daß alle Stufengrenzen streng genommen um —0,01 m zu verbessern sind, so fällt das sommerliche Mittelwasser des Zeitraumes (0,99 m) gerade auf eine solche Grenze, und es läßt sich daher leicht angeben, wie viele Wasserstände in jedem Monat unter demselben blieben. Hinzugefügt ist die Anzahl, welche mindestens die Höhe von 3,19 m, also ungefähr die Höhe des sommerlichen mittleren Hochwassers erreichte. Nach dieser Zusammenstellung fehlen also im Herbste (September/November) die höheren Wasserstände nahezu ganz; im März sind umgekehrt die Kleinwasserstände seltener als in jedem anderen Monat.

Prozentzahlen für 1871/95	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
$<$ Sommer = MW .	70,4	65,0	56,9	39,4	28,5	43,9	59,6	63,2	69,5	70,2	**78,4**	64,4	50,8	67,5	59,2
$\geqq$ 3,19 m . . .	0,0	0,3	0,5	1,3	**2,6**	0,3	1,2	2,0	0,8	1,6	0,0	0,1	0,8	1,0	0,9

5. Wassermengen.

Bestimmungen der Abflußmengen haben an der Kleinen Weichsel nur vereinzelt stattgefunden. Von österreichischer Seite wurden im Sommer des Jahres 1885 an vier Querschnitten unterhalb der Einmündungen der Biala, Pszczinka und Gostine, sowie oberhalb der Przemszamündung solche Ermittelungen mit hydrometrischen Flügeln vorgenommen, und zwar bei Wasserständen in der Höhe von 0,78 bis 0,80 m a. P. N.-Berun. Die Ergebnisse sind dann aber, wohl durch Umrechnung nach bekannten Formeln, auf den damaligen Mittelwasserstand in der Höhe von 1,06 m a. P. N.-Berun bezogen worden, der zufälliger Weise genau dem Mittelwasser des Zeitraums 1871/95 entspricht. Ebenfalls bei mittlerem Wasserstand, jedoch ohne Beziehung auf einen bestimmten Pegel, sind ferner im Jahre 1883 bei den Vorarbeiten für die Anlagen der Weichsel-Mühlgraben-Genossenschaft unweit D.-Weichsel Schwimmermessungen zur Bestimmung der Abflußmenge bewirkt worden. Sodann hat man für den höchsten Wasserstand der Junihochfluth von 1884 (6,43 m a. P. Drahomischl, 4,55 m a. P. N.-Berun) die sekundliche Abflußmenge unterhalb der Bialamündung (bei Gr.-Kaniuw) und

oberhalb der Przemszamündung (bei N.=Berun) durch Rechnung ermittelt. Nach den sämmtlich nicht nachzuprüfenden Angaben hierüber soll betragen haben

die Abflußmenge bei Mittelwasser

unweit D.=Weichsel

10,6 cbm/sec, also auf rd. 450 qkm Gebietsfläche sekundlich 23,6 l/qkm,

unterhalb der Bialamündung

10,1 cbm/sec, also auf rd. 910 qkm Gebietsfläche sekundlich 11,1 l/qkm,

unterhalb der Pszczinkamündung

17,8 cbm/sec, also auf rd. 1410 qkm Gebietsfläche sekundlich 12,6 l/qkm,

unterhalb der Gostinemündung

18,6 cbm/sec, also auf rd. 1760 qkm Gebietsfläche sekundlich 10,6 l/qkm,

oberhalb der Przemszamündung

18,6 cbm/sec, also auf rd. 1800 qkm Gebietsfläche sekundlich 10,3 l/qkm,

die Abflußmenge bei Hochwasser

unterhalb der Bialamündung

587 cbm/sec, also auf rd. 910 qkm Gebietsfläche sekundlich 0,65 cbm/qkm,

oberhalb der Przemszamündung

636 cbm/sec, also auf rd. 1800 qkm Gebietsfläche sekundlich 0,35 cbm/qkm.

Die Widersprüche in diesen Angaben lassen sich nicht aufklären. Schätzungsweise darf man wohl annehmen, daß die sekundliche Abflußzahl bei Mittelwasser in der Kleinen Weichsel oberhalb der Przemszamündung nicht größer sein wird, als sie für das Przemszagebiet ermittelt ist, nämlich 10,5 l/qkm. Da das Mittelwasser weit mehr als bei der Przemsza durch die Hochwasserstände beeinflußt wird, so muß bei niedrigen Wasserständen die sekundliche Abflußzahl erheblich kleiner, bei Hochwasser aber bedeutend größer als in der Przemsza sein. Der größten Hochwassermenge wird zweifellos oberhalb der Przemszamündung eine geringere Abflußzahl als unterhalb der Bialamündung entsprechen, da die auf der Zwischenstrecke einmündenden Hügellandbäche Pszczinka und Gostine nur 0,26 und 0,20 cbm/qkm sekundliche Abflußzahlen besitzen (vergl. S. 17). Nimmt man an, daß die wohl etwas zu niedrig berechnete Hochwassermenge unterhalb der Bialamündung 600 cbm/sec betragen könne, entsprechend der sekundlichen Abflußzahl 0,66 cbm/qkm, so wäre die Hochwassermenge an der Przemszamündung auf rd. 780 cbm/sec zu schätzen, falls das über 900 qkm große zwischenliegende Gebiet rd. 0,20 cbm/qkm sekundlich hinzubringt. Der Hochwassermenge 780 cbm/sec entspricht aber für das vor der Przemszamündung 1816 qkm große Niederschlagsgebiet die sekundliche Abflußzahl 0,43 cbm/qkm. Bei den Entwürfen für den Ausbau und die Eindeichung der Kleinen Weichsel ist die Größtmenge des Hochwassers vor der Przemszamündung sogar, wohl etwas reichlich, auf 825 cbm/sec vorausgesetzt worden. Am Anfange der Flachlandstrecke dürfte die sekundliche Abflußzahl beim größten Hochwasser etwa 1,0 cbm/qkm betragen und in der Gebirgstrecke, je kleiner die Gebietsfläche wird, umso mehr flußaufwärts zunehmen, bis zum Vereinigungspunkte der beiden Quellbäche auf etwa 2,0 cbm/qkm. Nach der Angabe auf S. 181 führen z. B. die großen Hochfluthen in der ausgebauten Flußstrecke bei Skotschau 4= bis 500 cbm/sec ab.

III. Wasserwirthschaft.

1. Flußbauten.

Die wasserwirthschaftlichen Mißstände im mittleren und unteren Theile der Gebirgstrecke, sowie an der Flachlandstrecke (hauptsächlich im Mündungsgebiete der Jllownitza) haben Veranlassung dazu gegeben, daß durch das österreichische Reichsgesetz vom 6. April 1885 eine Weichselregulirungs-Kommission eingesetzt, ein vornehmlich aus Beiträgen des Reichs und des Kronlandes Schlesien, nur zum geringen Theile aus Beiträgen der Anlieger gebildeter Weichselregulirungsfonds beschafft, eine Anzahl von Wassergenossenschaften errichtet und bald danach mit den Arbeiten zur Verbesserung jener Mißstände begonnen wurde. Die Weichselregulirungs-Wassergenossenschaft der Sektion I mit dem Sitze in Czechowitz (13,8 qkm) erstreckt sich auf den unteren Theil der österreichisch-schlesischen Weichsel (Grenzstrecke) nebst der Jllownitzamündung, die Wassergenossenschaft der Sektion II mit dem Sitze in Drahomischl (11,5 qkm) auf die beiderseits zu Oesterreich gehörige Weichselstrecke von Schwarzwasser aufwärts bis zur Bezirkstraßenbrücke bei Drahomischl, die Wassergenossenschaft der Sektion III mit dem Sitze in Skotschau (39,1 qkm) auf die Weichselstrecke von da aufwärts bis zur Mündung des Kopidlobachs und die untere Brennitza, die Wassergenossenschaft der Sektion IV mit dem Sitze in Ellgoth (20,1 qkm) auf die Jllownitza-Gewässer, während Sektion V die Verbauung der Wildbäche zu beiden Seiten der oberen und mittleren Gebirgstrecke umfaßt.

Ein durchgreifender Ausbau der Flachlandstrecke (welche zu der Sektion I gehört) würde die Mitwirkung von preußischer Seite erforderlich machen. Da jedoch die Grundbesitzer am linken (preußischen) Ufer unter den vorhandenen Mißständen weniger leiden und dieselben lieber tragen wollen als die dauernden Lasten, welche ihnen durch einen kostspieligen Ausbau zufallen würden, so ist keine Einigung zu Stande gekommen. Aus demselben Grunde hat auch der gleichzeitig (1887/88) von österreichischen Wasserbaubeamten bearbeitete Plan zum regelmäßigen Ausbau des Flusses und der Deiche an der preußisch-galizischen Grenzstrecke keine Verwirklichung gefunden. Indessen sind nach den am 4. und 5. Juli 1892 erfolgten Vereinbarungen von Vertretern der Grenz-Landesbehörden für die Weichselstrecke Schwarzwasser—Przemszamündung gleich lautende Polizeiverordnungen erlassen worden (preußischerseits bereits 1894, österreichischerseits erst kürzlich). Diesen landespolizeilichen Bestimmungen zufolge ist die Anlage von Buhnen verboten, die freizuhaltende kleinste Sohlenbreite bis zur Jllownitzamündung auf 12, unterhalb zunehmend bis zur Przemszamündung auf 26 m festgesetzt. Hochstämmige Bäume sollen bis zu 4 m vom Uferrande und innerhalb der Deichvorländer ausgerodet werden. Uferschutzbauten dürfen nicht über Mittelwasserhöhe reichen. Weidenpflanzungen sind in 3-jährigen Fristen zu schneiden. Die Viehweide auf den Deichen ist verboten und auf den Vorländern nur bis zu einem Schutzstreifen in 4 m Abstand vom Uferrande gestattet. Alljährlich sollen gemeinsame Begehungen der Grenzstrecke bis zur Bialamündung durch Vertreter der preußischen und österreichisch-schlesischen, von da bis zur Przemszamündung durch

Vertreter der preußischen und galizischen Grenz-Landesbehörden stattfinden, welche für die Innehaltung der Vorschriften Sorge tragen.

Von den geplanten Arbeiten wurden bisher folgende ausgeführt: diejenigen der Sektion IV an den Illownitzagewässern vollständig, in Sektion I nur die Eindämmungen zu beiden Seiten der Illownitzamündung bis zum Dzjeditzer Eisenbahndamme und ein kurzer Durchstich bei Zarzicz, in Sektion II ebenfalls nur die besonders dringlichen Anlagen, nämlich drei kleine Durchstiche an der Eisenbahnbrücke bei Drahomischl, die Sicherung einiger gefährdeten Uferbruchstellen von da bis Zablacz und die Wiederherstellung der Dammbauten bei Schwarzwasser, ferner die Wildbachverbauungen (Sektion V). In Sektion III sind für die Herstellung eines einheitlichen Bettes von Hermanitz (unterhalb Ustron) bis zum Kitschitzer Wehr beiderseitige Uferbauten nebst Regelung der Brennitzamündung ausgeführt worden, vom Kitschitzer Wehre bis zur Drahomischler Bezirkstraßenbrücke Uferbauten in nicht zusammenhängenden Strecken, theils beiderseits, theils nur einseitig. Durch diese Ausbauarbeiten der Sektion III hat die etwa 11 km lange Strecke zu beiden Seiten des Städtchens Skotschau ein zur Aufnahme des großen Hochwassers fähiges Bett erhalten, wogegen die unterhalb anschließende Strecke einstweilen nur kleinere Hochwasser ohne bedeutende Ausuferungen abzuführen vermag.

Schon aus diesem Grunde war bereits vor einigen Jahren von den Vertretern des österreichisch-schlesischen Landesausschusses in der Weichselregulirungs-Kommission gegen eine Weiterführung der Bauten in Sektion III Widerspruch erhoben worden, zumal wenig Aussicht besteht, daß der für Sektion I geplante, die Mitwirkung Preußens voraussetzende, theuere Ausbau zu Stande kommt, und da ferner auch in Sektion II, wo die Herstellung eines genügend leistungsfähigen Flußbettes gleichfalls durch Vollaushub erfolgen müßte, die wirthschaftlichen Vortheile mit dem hierfür nothwendigen Kostenaufwande nicht im angemessenen Verhältniß stehen würden. Nachdem in Sektion III die Stellen, wo ein Durchbruch der Weichsel, eine Verlegung ihres Bettes in Kulturland oder die Zerstörung von Wohnstätten im Bereiche der Möglichkeit lagen, zumeist genügend gesichert sind, würde es sich dort bloß noch um den Schutz einer etwa 10 qkm großen Fläche meist minderwerthigen Geländes gegen Ueberschwemmungen handeln. Nach Ansicht der Vertreter des Landesausschusses wäre es daher zweckmäßiger, von einer Vollendung des Ausbaues in dieser Sektion Abstand zu nehmen und den noch verfügbaren Rest des Regulirungsfonds in anderer Weise zu verwenden, nämlich zur Fertigstellung der begonnenen Theilstrecke, zur pfleglichen Erhaltung und Sicherung der neuen Ufer (wo nöthig mit Zuhülfenahme von Grundschwellen) und zum örtlichen Schutze der noch nicht ausreichend gegen die Gefahr eines Durchbruchs verwahrten Stellen. In diesem Sinne ist auch, nachdem das große Hochwasser vom Juni 1894 die Richtigkeit dieser Anschauungen bestätigt hat, neuerdings vorgegangen und die Weiterführung der Arbeiten, wo solche noch nicht begonnen waren, unterlassen worden.

Wie bereits auf S. 180/1 erwähnt, war das bei Skotschau angewandte einfache Profil ursprünglich nur zur Aufnahme mittlerer Hochwassermengen bestimmt, hat sich aber derart tief ausgelaufen, daß die Ufer hochwasserfrei geworden sind. Die hierbei in Bewegung gebrachten Schottermassen sind recht bedeutend, da die

Ausbildung des Bettes größtentheils der Strömung überlassen wurde, und haben die Vorschiebung der Schutthalde nach unten erheblich befördert. Dies würde in noch größerem Maße eintreten, wenn man in der begonnenen Weise fortfahren wollte, zumal die flach in das Schotterbett eingeschnittenen Altläufe von dem gesenkten Hochwasser nicht mehr erreicht werden und andere aufzuhöhende Stellen von größerer Ausdehnung fehlen. Noch mehr als bisher würde sich die Weichsel in die Ablagerungen der Schutthalde einnagen und dieselben zu einer frischen Geschiebequelle machen. Andererseits ist das neue Bett für die gewöhnlichen Abflußmengen zu breit, um eine Verästelung der Stromrinne und unregelmäßige Ablagerungen zu verhindern.

Vielleicht hätte man bessere Erfolge erzielt, wenn ein Doppelprofil zur Verwendung gelangt wäre mit einem nur wenig eingetieften, durch gepflasterte Ufer und Grundschwellen gesicherten schmalen Schlauche für die gewöhnlichen und mit einem durch Deiche begrenzten, auf den Vorländern durch Steintraversen gesicherten breiteren Bette für die Hochwasserabflußmengen. Falls eine fortschreitende Vertiefung vermieden und die Unterkolkung der Uferbauten verhindert werden soll, dürfte sich auch bei dem ausgeführten einfachen Profile die Anlage von Grundschwellen schwerlich umgehen lassen. Die Uferbauten selbst bestehen, wo ein bereits vorhandenes Ufer zu decken war, aus Rauhwehren oder Spreutlagen mit Flechtzäunen, ferner, wo das Ufer neu hergestellt werden mußte, aus Sinkwalzen oder Wolff'schen Gehängen, die neben manchen Mißerfolgen mehrfach gute Verlandungen erzielt haben, stellenweise auch aus Steinschüttungen. Die neuen Ufer sind zum Theil mit Weiden bestockt, zum kleineren Theile mit Bruchsteinen verkleidet.

Bevor die bezeichneten planmäßigen Bauten ausgeführt worden sind, war die Kleine Weichsel bei Skotschau in ähnlicher Weise mit willkürlichen, dem Augenblicke angepaßten Schutzwerken versehen, wie sich solche jetzt noch bei und oberhalb Ustron zahlreich finden: Schotter- und Schlammfänge aus Flechtzäunen, Pfahlbuhnen mit Schotterfüllung, hier und da Leitwerke mit Sporen, die ebenfalls aus eingerammten Pfahlreihen hergestellt und mit Schotter ausgefüllt sind. Um einen beim Hochwasser vom Juni 1894 entstandenen tiefen Einriß, der die Landstraße beschädigt hatte und einen Durchbruch nach dem Werksgraben des Ustroner Hüttenwerks herbeizuführen drohte, thunlichst rasch zu verlanden, sind auch dort Gehänge zur Anwendung gelangt.

In der Flachlandstrecke unterhalb Schwarzwasser haben die von den Anliegern vielfach ausgeführten Schutzwerke wegen ihrer planlosen und unzweckmäßigen Herstellung, besonders die in das Bett vorgestreckten Pfahlbuhnen, zur Verschlechterung der Abflußverhältnisse geführt, welchem Mißstande durch die erwähnten landespolizeilichen Verordnungen allmählich begegnet werden soll. Oefters sind die Ufer jedoch, auch ohne nachtheilige Verengung des Mittelwasserbettes, mit Spreutlagen, Flechtwerken und Weidenpflanzungen befriedigend geschützt, so daß namentlich von der Bialamündung bis Jawiszowice und unterhalb der Gostinemündung größere Abbrüche selten vorkommen. Allerdings befördert der meist nicht niedrig genug gehaltene Weidenwuchs und das Vorhandensein von anderem dichtem Gehölz auf und nahe bei den Ufern den Aufstau des Hochwassers

und die Gefahr, daß bei Unterwaschungen der mit Bäumen und Sträuchern bestandenen Ufer diese in den Fluß stürzen und frische Verwilderungen erzeugen. Einige recht sorgfältige Schutzbauten hat in neuerer Zeit die Fürstlich Pleß'sche Verwaltung ausgeführt, zum Theil als Ersatz älterer, allmählich in Verfall gerathener Deckwerke und Schutzbuhnen, z. B. 1890 eine 800 m lange Ufersicherung bei D.-Weichsel mit abgeflachten bespreuteten Böschungen, deren Fuß mit Packwerk gesichert ist, ferner 1893 in den Gruben der scharfen Krümmungen bei Guhrau und bei Biassowitz Packwerksicherungen des Ufers und der Sohle. Eine ältere Begradigungsarbeit ist ein 1848/52 von der preußischen Regierung oberhalb der Straßenbrücke bei N.-Berun ausgeführter, 520 m langer Durchstich. Im Jahre 1865 mußte das abbrüchige linke Ufer an einer übermäßig erweiterten Stelle dieses Durchstichs mit Packwerkbuhnen geschützt werden, die inzwischen gut verlandet sind.

Aus den Akten der preußischen Wasserbauverwaltung ergiebt sich, daß der Staat nicht nur für diese letzgenannten Bauten, sondern auch als Beihülfe für die den Uferbesitzern obliegenden Deckungsarbeiten seit 1819 öfters, im Ganzen allerdings keine beträchtlichen, Geldmittel aufgewendet hat. In den dreißiger Jahren waren, mit der österreichischen Regierung gemeinsam, Vorarbeiten für den planmäßigen Ausbau der Kleinen Weichsel zwischen den Mündungen der Biala und Przemsza veranstaltet worden. Ein amtlicher Bericht vom 31. Dezember 1838 befürwortete die Begradigung mit dem Bemerken, daß diese Strecke als schiffbarer Fluß anzusehen sei, der zur Beförderung von Holz und Salz (aus Wjelicka) diene. Auch späterhin, in den Jahren 1849 und 1868, wurden von der Regierung zu Oppeln Vorschläge zum Ausbau der bezeichneten Flußstrecke gemacht, wobei jedoch bloß die Verbesserung der Hochwasserabführung, die Erleichterung des Uferschutzes und das Bestreben, einer Verdunkelung der in Mitte des Bettes angenommenen Landesgrenze vorzubeugen, die leitenden Gesichtspunkte waren. Von den auf Kosten des Staats oder mit seiner Unterstützung in den früheren Jahrzehnten an verschiedenen Stellen, namentlich bei Wohlau und Czarnuchowitz hergestellten Flußbauten sind indessen nur noch spärliche Reste vorhanden.

Die zur Sektion V der österreichischen Weichselregulirung gerechneten Wildbachverbauungen an den Nebenbächen der Kleinen Weichsel (Malinka-, Goscjejow-, Polanski-, Tokarnia-, Dopka-, Jaszowjec- und Gosciradowjecbach, Brennitza mit der Leschnitza und Holczina, sowie die Lobnitz-Heinzendorfer Bäche am rechten Ufer, Kopidlo- mit dem Glembica- und Labajowbach, Dzjechcin-, Jawornik-, Gahurniaty-, Poniwjec- und Suchybach am linken Ufer), welche fast sämmtlich dem Godulasandsteine entstammen, erstrecken sich auf ein Niederschlagsgebiet von 237 qkm. Im Ganzen wurden ausgeführt 266 Sperren und Grundschwellen in Stein- oder Steinkastenbau mit 21 279 cbm Inhalt, 1358 Sperren in einwandigem Stammholzbau, Flecht- oder Faschinenwerk mit 11 246 m Länge, 7264 m Leitwerke, Buhnen und Sporen aus Stein oder Holz, 471 m gepflasterte Schalen, 22 473 m seitliche Flechtzäune, 12 259 m Bachverlegungen, 18 Entwässerungsanlagen, 54,9 ha Aufforstungen mit einem Kostenaufwande von rd. 272 000 Mark. Diese Arbeiten bezweckten die Verhinderung der Geschiebe-

bildung einerseits und die regelmäßige Ableitung der Gewässer andererseits. Ersterem Zwecke dienen vornehmlich die großentheils in Trockenmauerwerk errichteten, 1 bis 3 m hohen steinernen Sperren, letzterem Zwecke die zumeist mit lebenden Flechtwerken als Uferschutz und mit niedrigen hölzernen Grundschwellen zur Sicherung der Sohle ausgeführten Bauten für die Schaffung fester Abflußgerinne. Diese sollen die häufiger eintretenden Hochwassermassen (mit etwa 0,35 cbm/qkm sekundlicher Abflußzahl) glatt abführen, wogegen großes Hochwasser (mit 1,5 bis 2, bei sehr kleinen Niederschlagsgebieten bis zu 5,4 cbm/qkm sekundlicher Abflußzahl) seitlich austreten und seine Geschiebe auf dem Ufergelände zwischen dem Weidengesträuch ablagern kann. Näheres über diese bei den Hochfluthen vom Juni 1894 und Juli 1897 gut bewährten Bauten enthält der Aufsatz von Armani im „Zentralblatt der Bauverwaltung" (Jahrg. 1895, S. 259) und ein in den „Landwirthschaftlichen Jahrbüchern" (Jahrg. 1899) abgedruckter amtlicher Reisebericht.

2. Eindeichungen. 3. Abflußhindernisse und Brückenanlagen.

In der oberen Gebirgstrecke der Kleinen Weichsel befindet sich nur im Dorfe Weichsel ein kurzer, aus Mauerwerk hergestellter Wall zum Schutze einiger Häuser, die beim Hochwasser vom Juni 1894 durchströmt worden waren. In der mittleren Gebirgstrecke wirken die Uferschutzbauten bei Skotschau, nachdem das Bett sich übermäßig vertieft hat, ähnlich wie Deiche. Von Gr.- und Kl.-Ochab abwärts wird das natürliche Ueberschwemmungsgebiet zum Theil durch die Verwallungen der Fischteiche künstlich eingeschränkt. Jenseits Drahomischl finden sich in Nähe der Ufer beiderseits vielfach kleine Deiche in zu geringem Abstande von einander zum Schutze der benachbarten Grundstücke. Dieser Schutz ist aber recht fragwürdig bei großem Hochwasser, welches jene Deiche öfters überströmt und durchbrochen hat, so daß die alsdann entstehenden Seitenströmungen bei Zablacz und Schwarzwasser die dortigen Dämme von der Binnenseite her zerstört haben. Durch die neuerdings ausgeführten Flußbauten bei Kl.-Ochab und Drahomischl hofft man die Ausbildung dieser Seitenströmungen zu verhüten und hat die Deiche unweit Schwarzwasser in kräftigerer Bauart wiederhergestellt.

Die Sicherheit der Deiche würde wesentlich durch strenge Handhabung der Flußpolizei und pflegliche Behandlung der Ufer gesteigert werden können, da vielfach der ohnehin zu enge Querschnitt von dichtem Strauchwerk und Bäumen auf den Böschungen und an den Uferrändern bedeutend eingeschränkt wird. Die an der mittleren und oberen Gebirgstrecke das Schotterbett besäumenden Gehölzstreifen wirken nicht als Abflußhindernisse, weil das Hochwasser dort (von der mit hochwasserfreien Ufern eingefaßten 11 km langen Strecke bei Skotschau abgesehen) sich frei entwickeln und breit ausdehnen kann. In dem noch nicht ausgebauten Theile werden jedoch bei Ausbrüchen des Hochwassers die am Rande des Schotterbetts stehenden Bäume öfters entwurzelt und umgerissen, die Verwilderungen hierdurch noch gesteigert. Beim Hochwasser vom Juni 1894 haben solche freigespülten Bäume, in weit höherem Maße aber die aus den Quellbächen herab geführten Nutzholzstämme, welche in Nähe des Ufers zur Abfuhr

bereit gelegen hatten und von der Hochfluth weggetragen wurden, großen Schaden verursacht.

Die an der Kleinen Weichsel oberhalb Ustron befindlichen fünf hölzernen Straßenbrücken wurden damals sämmtlich zerstört und sind seitdem in leichter Bauart derart wiederhergestellt, daß sie mittleres Hochwasser sicher abführen können. Sie für die Abführung der größten Fluthmassen leistungs- und standfähig zu machen, würde weit größere Kosten verursachen, als dem hiermit zu erreichenden Nutzen entspricht. Von Ustron abwärts ist der Fluß bei Skotschau und unterhalb Drahomischl für Eisenbahnlinien, ferner bei Skotschau, Ochab, Drahomischl (zweimal) und Schwarzwasser für Landstraßen, außerdem noch mit mehreren als Nothbrücken behandelten Fußgängerstegen überbrückt. Die Straßenbrücken bei Drahomischl und Schwarzwasser können das bordvoll abfließende Hochwasser (250 bis 300 cbm/sec) ohne nachtheiligen Stau abführen und werden bei größeren Fluthen (400 bis 500 cbm/sec) seitlich umfluthet. Nur die Brücke bei Skotschau hat auch für solche ungewöhnlichen Abflußmassen ausreichenden Durchflußquerschnitt (hölzerne Reichsstraßenbrücke: 21 Oeffnungen mit 248 m Lichtweite, außerdem 2 Fluthdurchlässe mit 12,5 m Lichtweite), wogegen die Brücke bei Ochab etwas zu eng ist und zu niedrig liegt. Die gewölbte Eisenbahnbrücke der Linie Oderberg—Krakau unterhalb Drahomischl (5 Oeffnungen mit 67 m Lichtweite, außerdem 2 Fluthdurchlässe mit 7,6 m Lichtweite) war beim Hochwasser vom August 1880 bis über Kämpferhöhe gefüllt. (Durchflußquerschnitt 387 qm.)

Zwischen Schwarzwasser und der Bialamündung ist das rechte (österreichische) Ufer zunächst bis unterhalb Zarzicz, also bis nahe an die Bajerka, mit theilweise ziemlich gut angelegten, aber schlecht unterhaltenen Deichen, welche den Krümmungen des Flußlaufs folgen, eingefaßt, ebenso von Zabrzeg abwärts bis zur Illownitza, deren Mündung neuerdings verlegt wurde, wobei im Anschluß an die sorgfältig ausgeführten Deiche dieses Nebenbachs auch die Weichsel mit einer gleichartigen Deichanlage bis zum Eisenbahndamm der preußischen Staatsbahnlinie Dzjeditz—Pleß versehen worden ist. Von Dzjeditz bis zur Bialamündung liegen zur Rechten des Flusses unregelmäßige Dämme, zum Theil ehemalige oder noch als solche dienende Einfassungen von Fischteichen. Wo die Weichsel oberhalb Zarzicz ganz innerhalb Oesterreichs fließt, befinden sich auch auf dem linken Ufer kleine Deiche, und die Alte Weichsel hat ebenfalls auf beiden Ufern Verwallungen in geringem Abstand, so daß die zwischen dem Flusse und seinem Seitenarme verbleibende Insel einen Polder bildet.

Die linksseitige Verwallung der Alten Weichsel gehört zu dem von D.-Weichsel bis zur Bialamündung und noch darüber hinaus bis unterhalb Rudoltowitz reichenden, zusammenhängenden Deichzuge, dessen gut gebaute Deiche im oberen und unteren Theile von der Fürstlich Pleß'schen Verwaltung, im mittleren Theile von der Weichsel-Mühlgraben-Genossenschaft sorgfältig unterhalten werden. Die Größe dieser eingedeichten Fläche beträgt etwa 14 qkm. Wie die auf den Dämmen stehenden kräftigen Eichen Zeugniß ablegen, besitzen diese Anlagen ein hohes Alter und waren nachweislich bereits 1636 theilweise vorhanden. Ihre Kronenbreite beträgt 1 bis 2 m, die Kronenhöhe über dem

Gelände bis zu 4 m, die äußere Böschung 1 : 1,5, die Binnenböschung 1 : 1. In der Regel liegen die linksseitigen Deiche ziemlich günstig zum Hochwasserstrich, abgesehen von scharfen Vorsprüngen bei Lonkau und bei Goczalkowitz, wo oberhalb der Eisenbahnbrücke im August 1880 ein Durchbruch erfolgte. Der Abstand von den rechtsseitigen Deichen beträgt an der Reichsgrenze unterhalb Schwarzwasser 140, an der genannten Eisenbahnbrücke 184 m.

Dieser Abstand würde für die glatte Abführung der großen Hochfluthen ausreichen, wenn das Flußbett nicht vielfach zu eng, die Ufer und Vorländer nicht zu dicht bewachsen wären. Der Zustand des Flußbettes, seine scharfen Krümmungen und die Baumstreifen, welche es häufig begleiten, bilden indessen erhebliche Abflußhindernisse, deren Verbesserung durch die auf S. 199 erwähnten landespolizeilichen Verordnungen allmählich angebahnt werden soll. Um einer weiteren Verschlechterung der Verhältnisse vorzubeugen, bestimmen diese auch, daß vor der Genehmigung der Neuanlage von Deichen eine gegenseitige Verständigung der Grenz-Landesbehörden stattzufinden hat. — Die drei hölzernen Wegebrücken auf der ganz in Oesterreich gelegenen Weichselstrecke oberhalb Zarzicz (23 bis 26 m Lichtweite) werden bei großem Hochwasser umfluthet. Die Wegebrücken am Zabrzegteiche und bei Goczalkowitz (21 und 27 m Lichtweite) sind Sommerbrücken, deren hölzerner Ueberbau im Winter und beim Herannahen eines großen Sommerhochwassers abgetragen wird. Die einzige, für den unschädlichen Abfluß der größten Fluthmassen ausreichende Brückenanlage in dieser Strecke ist die zwischen Dzjeditz und Goczalkowitz gelegene eiserne Eisenbahnbrücke, deren steinerne Pfeiler eine auf neun Oeffnungen vertheilte Lichtweite von 169,2 m für das Hochwasser freilassen, für das gewöhnliche Wasser eine 18,8 m weite Flußöffnung. (Durchflußquerschnitt beim Hochwasser vom August 1880 = 471 qm.)

Unterhalb der Bialamündung befinden sich in der rechtsseitigen, bis Jawiszowice reichenden Niederung und auf der zwischen Weichsel und Sola ausgebreiteten Landzunge bis gegenüber der Gostinemündung in Nähe des Weichselbettes, manchmal hart am Ufer, zahlreiche planlose Dammanlagen zum Schutze einzelner Grundstücke und Gehöfte oder zur Einfassung von Fischteichen. Da sie vielfach den Schlangenwindungen des Flußlaufs folgen, wird der regelmäßige Abfluß des Hochwassers von ihnen sehr beeinträchtigt. Wo die Deichlinien weiter zurück liegen, wirken einige mitten im Ueberschwemmungsgebiet gelegene Runddeiche in ähnlicher Weise ungünstig auf den Fluthabfluß ein. Obgleich die Herstellung der Deiche zu ganz verschiedenen Zeiten erfolgte und kein Zusammenhang zwischen ihnen besteht, haben die Erfahrungen bei Wassersnoth doch dazu geführt, daß sie eine ziemlich gleichmäßige, zur Abwehr einer Hochfluth wie derjenigen vom Juni 1884 ausreichende Kronenhöhe, 1 bis 2 m Kronenbreite und genügend flache Böschungen (außen 1 : 1,5 bis 1 : 2, binnen 1 : 1) erhalten haben.

Auf dem linken (preußischen) Ufer sind die meist schmalen Thalflächen von der Bialamündung bis über Guhrau hinaus seitens der Fürstlich Pleß'schen Verwaltung eingedeicht. Weiter unterhalb hat das Dorf Wohlau einen beiderseits hochwasserfrei angeschlossenen, mäßig gut unterhaltenen Deich, der beim Hochwasser vom 15./16. September 1833 zerstört worden war und 1835 wieder

hergestellt wurde. Die bei Jedlin vorhandenen unzusammenhängenden Dämme, welche ursprünglich zur Teichwirthschaft angelegt, später aber zum Schutze einzelner Gehöfte und Felder bestimmt waren, konnten bloß das häufiger eintretende Hochwasser abwehren und wurden bei großen Fluthen überströmt. Neuerdings ist jedoch auf Veranlassung der Generalkommission in Breslau die links von der Pszczinkamündung liegende Niederung mit einem bei der Einmündung des Korzyniez beginnenden und bei Jedlin endigenden hochwasserfreien Deich umschlossen worden, und die rechts von der Pszczinkamündung befindliche Niederung erhält Schutz durch den 1899 im Bau begriffenen hochwasserfreien Damm der Kunststraße Wohlau—Jedlin. Das Gostinethal wird durch den hochwasserfreien Damm der Straße Jedlin—Berun, an welchen sich bachaufwärts die Gostinedeiche schließen, gegen Rückstau aus der Weichsel geschützt. Von der Gostinemündung abwärts sind auch am linken Ufer der Weichsel keine nennenswerthen Eindeichungen vorhanden.

Zwischen den Mündungen der Biala und Gostine bilden die Deiche in höherem Maße als an der oberen Flachlandstrecke nachtheilig wirkende Abflußhindernisse, da an einzelnen Stellen zwischen den einander gegenüber liegenden Dammanlagen nur 40 bis 100 m Fluthbettbreite für die Abführung des Hochwassers frei bleibt. Dazu kommt, daß die sonstigen Abflußhindernisse (zu enge Querschnitte und scharfe Krümmungen des Flußbetts, Bewuchs der Ufer und Vorländer) im gleichen Maße wie an der oberen Strecke vorhanden sind. Auch macht sich ebenso wie dort die verschiedene Staatsangehörigkeit der beiden Ufer bei allen für die Verbesserung der Verhältnisse geplanten Maßnahmen hemmend fühlbar. Eine 1848 von den Beauftragten beider Grenzstaaten getroffene Vereinbarung über die Rückverlegung von Dämmen an den engsten Stellen blieb ohne Wirkung, da keine öffentlichen Geldmittel hierfür zur Verfügung standen. Die zu Galizien gehörige rechte Seite, auf welcher die Niederungen große Breite besitzen, wird von den Mißständen in viel höherem Maße betroffen als die preußische Seite, deren Eigenthümer keine Neigung zeigen, sich bei dem neuerdings von Oesterreich geplanten Ausbaue des Flußbettes und der Deiche zu betheiligen.

Der bedeutende Aufstau des Hochwassers von der Gostinemündung aufwärts wird durch Brückenanlagen nicht verstärkt, da die 27 m weite Brücke bei Gr.-Kaniuw eine Sommerbrücke ist. Unterhalb der Gostinemündung liegen, kurz hinter einander, zwei feste Brücken bei N.-Berun. Die zur Ueberführung der Linie Myslowitz—Oswjencim dienende eiserne Eisenbahnbrücke hat ausreichende Lichtweite (150,6 m in 12 Oeffnungen). Die oberhalb befindliche hölzerne Straßenbrücke besitzt dagegen nur 8 Oeffnungen mit 112,4 m Lichtweite, außerdem freilich noch in der Fluthbrücke 2 Oeffnungen mit 21,4 m Lichtweite. Die Angabe, daß sie bei großem Hochwasser einen namhaften Stau verursache, mag wohl zutreffen; jedoch scheint derselbe nur von örtlicher Bedeutung zu sein und keine nennenswerthen Nachtheile hervorzurufen.

4. Stauanlagen. 5. Wasserbenutzung.

Die früher lebhaft betriebene, der Erzherzoglichen Kammer in Teschen konzessionirte Holztrift auf der oberen Kleinen Weichsel und ihren Nebenbächen verliert mehr und mehr an Bedeutung, nachdem die Waldwege und Straßen-

anlagen erheblich verbessert worden sind. Gegenwärtig erstreckt sich die Konzession zur Brennholztrift auf der Kleinen Weichsel bis Ustron und auf der Brennitza bis Kl.-Gurek. Bis vor einigen Jahren fand die Flößerei ihren Endpunkt am Holzlagerplatze bei Skotschau, der durch die am Harbutowitzer Wehre abgeleitete Bajerka erreicht wurde. Früher soll dieser Wasserlauf in ganzer Länge, also bis zur Weichsel oberhalb der Bialamündung, zum Holzflößen gedient haben. Das oberhalb Ustron unweit der Mündung des Polanskibaches gelegene Wehr, wegen des Flößereibetriebes mit Holzrechen versehen, dient zur Ableitung des nach der Erzherzoglichen Eisenhütte führenden Werks- und Triftgrabens. Auch das zur Ableitung der Bajerka (vergl. S. 8) bestimmte Wehr bei Harbutowitz oberhalb Skotschau war früher mit Holzrechen versehen. Ein drittes Wehr in Skotschau selbst dient zur Ableitung eines Fabrikgrabens. Das vierte und letzte Wehr bei Kitschitz bewirkt die Speisung der Knaika und der Fischteiche zwischen Weichsel und Knaika mittels des bei Kl.-Ochab abgeleiteten Grabens (vergl. S. 8), ähnlich wie die Fischteiche zwischen Weichsel und Bajerka mittels des letzteren Baches vom Harbutowitzer Wehre aus der Weichsel gefüllt werden. Sämmtliche Stauanlagen sind in Stein oder Beton (die erstgenannte nach der im Juni 1894 erfolgten Zerstörung völlig neu) gebaut, ausreichend breit, nicht zu hoch und mit genügend weiten Grundschleusen versehen, um das größte Hochwasser gefahrlos abführen zu können. Dadurch, daß sie in dem beweglichen Schotterbett der Weichsel feste Punkte für das Längengefälle schaffen, durch Abtreppung dasselbe abschwächen und Geschiebe zurückhalten, wirken die Wehre auf die Abflußverhältnisse günstig ein.*)

Die weiter unterhalb zu beiden Seiten der Flachlandstrecke im Weichselthale gelegenen Fischteiche können, soweit ihre Speisung nicht auf anderem Wege (durch die Illownitza, Biala, Gostine und Sola) geschieht, wegen des Mangels von Stauanlagen nur bei höheren Anschwellungen der Weichsel angefüllt werden. Nach dem Abfischen der Teiche im Herbst werden die Fischkasten von 3 zu 7 m Größe, wovon man zwei bis drei hinter einander zu kuppeln pflegt, auf dem Flusse zu Thal geflößt. Im Uebrigen ist die Fischerei ohne Bedeutung und der Fischbestand in der Weichsel wegen Mangel an Schutz und Pflege nur gering, wogegen die Gebirgsbäche reichlich viele Forellen liefern.

Die wichtigste Wasserentnahme in der Flachlandstrecke erfolgt oberhalb D.-Weichsel durch eine Einlaßschleuse, welche jedoch wegen zu hoher Lage ihrer Schwelle nur bei höheren Wasserständen benutzt werden kann, zur Speisung des ehemaligen Mühlgrabens, der jetzt als Bewässerungskanal der Meliorationsgenossenschaft zur Regulirung des Weichsel-Mühlgrabenthals dient. Diese Genossenschaft (7,93 qkm, Statut v. 19. Oktober 1883) ist zum Ausbaue des Hauptgrabens von der Landesgrenze bei D.-Weichsel bis zum westlichen Damme des Zabrzegteiches nebst Einrichtung der Ent- und Bewässerungsanlagen begründet

*) Aus einem amtlichen Bericht vom 20. Januar 1827 geht hervor, daß die 1813 durch Hochwasser erfolgte Zerstörung eines Wehres bei Schwarzwasser (vergl. S. 208) eine bedeutende Vertiefung des Weichselbettes verursachte, welche die Herrschaft Pleß zur Herstellung von kostspieligen Schutzbauten für die Vertheidigung ihrer 5 bis 6 m hohen Ufer zwang.

worden. Mit dem Hauptentwässerungsgraben vereinigt sich an der Auslaßschleuse oberhalb jenes Teiches der Bewässerungskanal, in welchem acht Stufen mit hölzernen Stauwehren für die Staubewässerung und wilde Berieselung einer 6,16 qkm großen Wiesenfläche angelegt sind. Nachdem die genossenschaftlichen Anlagen im Jahre 1887 fertiggestellt waren, haben sie mehrfach erhebliche Beschädigungen erlitten, die mit Staatsbeihülfe wieder ausgebessert werden mußten, zuletzt beim Hochwasser vom Juni 1894. Zu diesen Nacharbeiten gehört auch die Weiterführung des Vorfluthgrabens bis unterhalb Goczalkowitz (1893). Nunmehr erfolgt die Entwässerung der Niederung in befriedigender Weise. Indessen haben viele bäuerlichen Besitzer den inneren Ausbau für die Binnenentwässerung ihrer Wiesen unterlassen und deshalb nicht die erwarteten Ergebnisse erzielt. Eine in Aussicht genommene Aenderung der Statuten soll deshalb die Herstellung und Unterhaltung der hierfür erforderlichen Anlagen an die Genossenschaftsleitung übertragen, um eine zweckmäßige Pflege der Wiesenflächen zu sichern.

Die ursprünglich geplante Bewässerung bei minder hohen Wasserständen hat sich nicht durchführen lassen, weil weder über die Anlage eines Stauwehrs in der Weichsel, noch über die Verbindung mit dem Ochaber Mühlgraben (vergl. S. 8) eine Einigung erzielt werden konnte. Daß die Hoffnung, eine solche Einigung sei wohl zu erreichen, nicht unberechtigt war, ergiebt sich aus der Vorgeschichte des Weichsel-Mühlgrabens, der bis zum Jahre 1813 oberhalb eines bei Schwarzwasser in der Weichsel befindlichen Wehres das zum Betriebe von fünf Mühlen und für das Pleß'sche Gestüt erforderliche Wasser ableitete. Nach einem 1752 zwischen der Herrschaft Pleß und der damals Herzoglichen Kammer in Teschen abgeschlossenen Vertrage hatte letztere das 2,5 bis 3,1 m hoch stauende Wehr zu unterhalten, wollte sich aber gerne von dieser lästigen Pflicht befreien und bot einen Ersatz dafür durch Zuleitung des bei Kl.-Ochab entnommenen, in der Knaika und im Pawlowitzer (jetzt Ochaber) Mühlgraben nach Schwarzwasser geführten Wassers an. Noch bevor die langwierigen Verhandlungen hierüber abgeschlossen waren, wurde aber das Wehr beim großen Hochwasser im August 1813 weggerissen. Sein Neubau oder die Anlage einer Einlaßschleuse aus dem Ochaber Mühlgraben würde also lediglich die Herstellung des früheren Zustandes sein oder doch ein ungefähr gleichwerthiger Ersatz, der vormals freiwillig angeboten worden war. Das seit jener Zeit in dieser Beziehung stets ablehnende Verhalten auf österreichischer Seite dürfte dazu beigetragen haben, die preußischen Anlieger der Kleinen Weichsel zum Entgegenkommen bezüglich des von Oesterreich gewünschten Ausbaues des Flußlaufs und der Deichanlagen wenig geneigt zu machen.

2. Abtheilung. 2. Kapitel.

Die Obere Weichsel.
(Przemszamündung bis Sanmündung.)

I. Stromlauf und Stromthal.

Die Obere Weichsel bildet die Fortsetzung der Kleinen Weichsel von der Przemszamündung bis zur Mündung des San. Bis Njepolomice gehören auf 103,0 km Länge ihre beiden Ufer zu Oesterreich; von da ab bildet auf 184,9 km Länge ihr Lauf die Reichsgrenze zwischen Oesterreich und Rußland, bis der Strom unterhalb der Pegelstelle Chwalowice (r.) und oberhalb Zawichost (l.) bei Km. 287,9 vollständig in das Russische Reich eintritt. Die Kilometrirung beginnt an der Przemszamündung. Sie stimmt wegen der neuerdings erfolgten natürlichen und künstlichen Veränderungen mit der vorhandenen Lauflänge zwar nicht genau, aber doch in der Hauptsache überein. Wie in der Gebietsbeschreibung (vergl. S. 31) bemerkt wurde, gehört bis Krakau nur das Stromthal dem Flachlande an; erst von dort ab gewinnt dieses allmählich bedeutend an Breite. Die 78,5 km lange Strecke Przemszamündung—Krakau bezeichnen wir daher als Oberlauf der Oberen Weichsel. Ein zweiter Abschnitt, der Mittellauf, wird durch die Mündung des Dunajec abgegrenzt, des wichtigsten Hochwasserflusses im ganzen Weichselstromgebiet; die Länge des Mittellaufs beträgt 81,9 km. Der als Unterlauf bezeichnete dritte Abschnitt mit 119,2 km Länge bis zur Mündung des San wird durch die Wislokamündung in zwei Theilstrecken getrennt, von denen die obere 66,4, die untere 52,8 km Länge besitzt. Unterhalb der Sanmündung gehört das rechte Ufer noch auf 8,3 km Länge zum österreichischen Kronlande Galizien. Die Beschreibung des Stromlaufs und Stromthals erfolgt für jede Hauptstrecke besonders, um ihre natürliche Eigenart möglichst klar veranschaulichen zu können. Beim Abflußvorgange empfiehlt sich dagegen eine gemeinsame Betrachtung der ganzen Oberen Weichsel, da für uns weniger das örtliche Verhalten des Stroms, als vielmehr seine Einwirkung auf die zu Deutschland gehörige Untere Weichsel von Wichtigkeit ist. Im letzten Kapitel dieser Abtheilung sind daher die Hochwasser- und Eisverhältnisse des Hauptstromes oberhalb unserer Reichsgrenze und der wichtigsten Nebenflüsse der Oberen Weichsel im Zusammen-

hange dargestellt worden. Bei Betrachtung der wasserwirthschaftlichen Verhältnisse unterscheiden wir diejenigen, welche sich auf den Stromlauf (Strombauten, Wasserverkehr, Fischerei) beziehen, von denen des Stromthals (Eindeichungen, Entwässerungen, Abflußhindernisse, Brückenanlagen). Die Abschnitte I A bis C des vorliegenden Kapitels behandeln die natürlichen Zustände des Stromlaufs und Stromthals in jeder der drei genannten Hauptstrecken des Stromes, Abschnitt II den Abflußvorgang, III A die Wasserwirthschaft im Stromlaufe, III B dieselbe im Stromthale. Diese beiden letzten Abschnitte enthalten auch eine übersichtliche Darstellung der Flußbauten, Eindeichungen und Entwässerungsanlagen an den Nebenflüssen der Oberen Weichsel.

I A. Oberlauf der Oberen Weichsel.

(Przemszamündung—Krakau.)

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Das Stromthal bildet eine Einsenkung zwischen dem vorkarpathischen Hügellande und der Polnischen Platte, die nach Krakau hin gleichfalls in hügeliges Gelände übergeht. Der Strom selbst hat, besonders unterhalb der Przemszamündung und oberhalb Czernichuw, stärkeres Gefälle als im Unterlaufe der Kleinen Weichsel, bekommt auch durch Aufnahme der Gebirgsflüsse Sola und Skawa, welche viel Schotter und große Hochwassermassen hinzu bringen, ein wieder mehr an das Verhalten der Gebirgsflüsse erinnerndes Gepräge, ist aber doch als Flachlandstrom zu bezeichnen. Wie bei dem Oderstrome, ruft dieser Widerspruch zwischen dem Abflußvorgange und der Gestaltung des Stromlaufs und Stromthals für die Niederungsbewohner recht nachtheilige Erscheinungen hervor.

In der ersten, nur 1,78 km langen Strecke bis zur Solamündung war das Weichselbett früher durch die aus der Przemsza eingetriebenen großen Sandmassen verflacht, übermäßig breit und von niedrigen Ufern eingefaßt. Weiter unterhalb sind die natürlichen Ufer meist hoch, wenn auch nur selten völlig hochwasserfrei. Das Bett ist gewöhnlich geschlossen, mit Schotter bedeckt und trotz der vorgenommenen Begradigungen noch immer reich an Krümmungen. Bei Tynjec, Bjelany, Pychowice, Zwjerzynjec und am Wawel hat sich der Strom in den Jurakalk eingeschnitten, der auch stellenweise in seiner nächsten Nähe malerisch schöne Felsbildungen aufweist, besonders bei Tynjec. Indessen ist der Durchbruch der Weichsel durch den Jura nicht als ein Werk des Stromes aufzufassen, sondern als eine von den älteren Ablagerungen vorgezeichnete Rinne. Nach den Untersuchungen von Tietze („Die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Krakau", Jahrb. d. k. k. geologischen Reichsanstalt, XXVII. Band, S. 599) beweist die Lagerung des Miocän, daß die Trennung der Juraplatte in einzelne Stücke bereits vollzogen war, als die tertiären Gewässer sich in die Zwischenräume zwischen den einzelnen Erhebungen hineindrängten, und die Weichsel hatte, als sie später über das durch die tertiären Neubildungen bedeckte Land floß, nicht mehr nöthig, die Jurakalke durchzusägen. Allerdings ist die Erosion dann wieder

so weit vorgeschritten, daß das Bett nun im älteren Gesteine liegt und sich langsam tiefer in dasselbe einnagt. Für die Trennung in Theilstrecken maßgebend sind die Punkte bei Km. 10 (Dwory=Zarki), wo das zu beiden Seiten der Sola=mündung starke Gefälle sich ermäßigt, ferner die Mündung des Gebirgsflusses Skawa, sodann Czernichuw, wo der Strom hart an eine Anhöhe des Jurakalks tritt, schließlich die Skawinkamündung, unterhalb deren der Durchbruch beginnt. Die Gefäll= und Entwicklungsverhältnisse ergeben sich aus folgender Tabelle:

Stromstrecke	Höhen=lage	Fall=höhe	Lauf=länge	Mittleres Gefälle		Luft=linie	Ent=wick=lung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
	226,8						
Przemszamündung—Dwory=Zarki .		4,5	10,0	0,450	2220	7,8	28,2
	222,3						
Dwory=Zarki—Skawamündung . .		4,1	11,9	0,345	2910	8,4	41,7
	218,2						
Skawamündung—Czernichuw . . .		9,9	25,6	0,387	2590	17,3	48,0
	208,3						
Czernichuw—Skawinkamündung . .		4,2	13,1	0,321	3120	8,1	61,7
	204,1						
Skawinkamündung—Krakau . . .		6,0	17,9	0,335	2980	13,0	37,7
	198,1						
Im Ganzen	—	28,7	78,5	0,366	2740	51,8	51,5

Die Höhenlage wurde nach dem zum „hydrotechnischen Operat" für die internationale Weichsel=Regulirungs=Kommission gehörigen Längenschnitte (von 1889) derart bestimmt, daß statt des damals nivellirten Wasserspiegels ein mit demselben annähernd parallel laufender eingetragen worden ist, welcher an den einzelnen Pegeln dem Mittelwasser der Jahre 1891/95 entspricht. Als End=punkt der letzten Theilstrecke in Krakau ist die Franz=Josephs=Brücke zwischen der Hauptstadt und der Vorstadt Podgurze angenommen, an welcher sich der dortige Pegel befindet. Nur die Theilstrecken von der Przemszamündung bis Dwory=Zarki und von der Skawamündung bis Czernichuw haben ein das Durch=schnittsmaß übertreffendes Gefälle, das sich bei kleineren Wasserständen noch verstärkt, bei großem Hochwasser dagegen ermäßigt, da die Wasserstands=schwankung durch Einwirkung der Sola und Skawa erheblich größer als im untersten Theile der Kleinen Weichsel ist. Beispielsweise liegt die Verbindungs=linie der höchsten Wasserstände vom Juni 1884 bei Dwory=Zarki um 1,8 m höher über dem Mittelwasser 1891/95 als an der Przemszamündung.

Aber auch in den übrigen Strecken ist dieses Maß überall größer, das Gefälle der Hochwasser=Scheitellinie also geringer als das Mittelwassergefälle; für den ganzen Abschnitt beträgt es 0,350 statt 0,366‰. Den bedeutendsten Unterschied (über 2 m) zeigt das Ende der vorletzten Theilstrecke und diese selbst bis zum Wawel, dem Hügel mit dem polnischen Königsschlosse in Krakau. Offen=bar verursacht hier die unterhalb einer sehr scharfen Krümmung liegende felsige Stromenge einen Stau, der sich beim größten bekannten Hochwasser vom August 1813 sogar noch um 0,5 m stärker geltend gemacht hat. Da unterhalb Krakau

das Hochwasser sich wieder freier ausdehnen kann und dies früher, bevor die Niederung eingedeicht war, noch in höherem Maße als jetzt konnte, so ermäßigt sich vom Wawel stromabwärts die Höhe der Anschwellung rasch. Aus ähnlichen Gründen vermindert sie sich stellenweise in den oberen Theilstrecken, namentlich im breiten Ueberschwemmungsgebiete bei Chrzanstowice oberhalb Czernichuw. In geringem Maße kommt die Stauwirkung der letzten Strecke auch bei gewöhnlichen Wasserständen zum Ausdruck, da oberhalb des an der Skawinkamündung beginnenden Durchbruchthals das mittlere Gefälle kleiner als in der mit Felsriffen durchsetzten Theilstrecke ist.

Nur im Durchbruchthale (Skawinkamündung—Krakau) entfällt ein bedeutender Antheil der übrigens mäßig großen Entwicklungszahl auf die Thalentwicklung, wogegen dieselbe in den übrigen Strecken äußerst gering ist, weil von der Przemsza bis zur Skawinka das breite Weichselthal in sehr schlanker Linie west-östlich zieht. Die Entwicklungszahlen geben hier also das Maß für die Windungen des Stromlaufs an, welche von oben nach unten zahlreicher werden und theilweise weniger als 400 m Halbmesser haben. Durch den Ausbau sucht man allmählich die schärferen Krümmungen auf solche mit mindestens 500 m Halbmesser abzuflachen. Die neuerdings ausgeführten Durchstiche bei Jankowice, Oklensna und oberhalb der Skawinkamündung haben für etwa 40 km Stromlänge eine Verkürzung um 5,9 km herbeigeführt. Mit den Durchstichen bei Laczany und Sulkowa wird die Länge noch um 3,5, also im Ganzen um 9,4 km oder 19 % des früheren Maßes vermindert. Die schärfsten und größten Krümmungen kommen durch diese Durchstiche in Wegfall, hierdurch zugleich auch die Ursachen schädlicher Uferangriffe und Seitenströmungen des Hochwassers. Namentlich bei Jankowice sind durch Anlage eines Durchstichs, welcher den Stromlauf von 2,9 auf 1,4 km begradigt hat, und durch Verlegung der früher stromaufwärts gerichteten und arg verschotterten Skawamündung gute Erfolge für die Weichsel und ihren Nebenfluß erzielt worden.

Zahlreiche Wiesenschlingen und offene Schlenken beweisen, daß der Strom seine Lage häufig geändert hat. Sogar im Durchbruchthale fehlen sie nicht, wo nämlich das Alluvium unterhalb der Jurakalkfelsen bei Tynjec und oberhalb der Berge beim Kloster Bjelany und bei Kostrze rechts vom jetzigen Ufer ziemlich große Breite annimmt, während weiter aufwärts die Weichsel sich durch Felsen windet. Die einzige Spaltung des Stroms bildete früher bei Krakau die zwischen der Hauptstadt und dem Judenviertel Kasimjerz fließende Alte Weichsel; ihr oberer Theil ist nunmehr vom Wawel ab zugeschüttet, ihr unterer Theil noch als Entwässerungsgraben erhalten, dessen Einmündung in den Strom erst unterhalb der Eisenbahnbrücke erfolgt.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Strombetts.

Bevor wir auf die Betrachtung der Querschnittsverhältnisse eingehen, sei erwähnt, daß als Normalwasserstände für die Berechnung der beim Ausbaue angewandten Abmessungen 0,90 m a. P. N.-Berun und —0,65 m a. P. Krakau zu Grund gelegt worden sind, d. h. 0,16 m unter dem Mittelwasser 1871/95 bei

N.=Berun (1,06 m) und 0,25 m unter dem gleichzeitigen Mittelwasser bei Krakau (—0,40 m). Die Mittelwasserhöhe, welche bei der Gefällermittlung für die Tabelle auf S. 211 benutzt worden ist (1891/95), stimmt für den N.=Beruner Pegel mit der 25=jährigen ziemlich genau überein (1,08 m), wogegen für den Krakauer Pegel jetzt ein weit geringeres Maß gilt (—0,89 m) in Folge der dortigen bedeutenden Senkung der Sohle und Wasserstände. Die Strombauwerke erheben sich auf 0,6 m über den Normalwasserstand, und die Normalbreite wird zwischen den Kronenkanten der beiderseitigen Werke gemessen. Die entsprechende Abflußmenge wurde angenommen auf 31 cbm/sec oberhalb, 49 unterhalb der Solamündung, 53 ober=, 62 unterhalb der Skawamündung, 64 ober= und 67 unterhalb der Skawinkamündung bis Krakau. Um diese Wassermasse mit 0,74 bis 0,81 m/sec mittlerer Geschwindigkeit abführen und dabei eine Mindest=Fahrtiefe von 1,08 m oberhalb der Solamündung, von 1,20 m unterhalb derselben und von 1,22 m in der letzten Strecke bis Krakau erhalten zu können, sind folgende Normalbreiten gewählt worden: von der Przemsza bis zur Sola 43, von da bis Dwory=Zarki 56, von da bis zur Skawa 65, von da bis Czernichuw 76, von da bis zur Skawinka 79 und von da bis Krakau 80 m. Auf der letzten Strecke hat man den Ausbau bereits beendigt und das gewünschte Ziel annähernd erreicht. Auch oberhalb der Skawinkamündung sind eine Anzahl von Stellen fertig ausgebaut, die übrigen im Bau begriffen.

Von der Przemszamündung abwärts besitzt das natürliche Bett etwa 85 m Breite zwischen den 1 bis 1,3 m über Normalwasser hohen Ufern; das um 3,5 m höher angeschwollene Hochwasser vom Juni 1884 trat auf 0,5 km Breite über die Ufer; die Fahrtiefe des versandeten Bettes betrug vor dem Ausbaue bei Normalwasser oft kaum 0,4 m. Von der Solamündung bis Krakau ist das Bett meist so tief eingeschnitten und so breit, daß es mittleres Hochwasser bordvoll abzuführen vermag, wogegen große Hochfluthen das Seitengelände je nach der Höhenlage verschieden weit überfluthen, durchschnittlich auf etwa 0,5 bis 0,6 km, am weitesten bei Chrzanstowice. Meistens liegen die Uferrehnen 3 bis 4 m über Normalwasser, mehrfach sogar völlig hochwasserfrei, obgleich die großen Anschwellungen diesen Wasserstand in den oberen Strecken um 4 bis 5, in der letzten Strecke sogar um mehr als 5 m überschritten haben, ganz abgesehen vom August=Hochwasser des Jahres 1813, das unterhalb Tynjec bis zum Krakauer Wawel 6 bis 7 m höher als Normalwasser gestiegen ist. Die Breite des natürlichen Bettes wechselt von 120 bis 180 m, übertrifft also die Normalbreite doppelt bis dreifach; vor dem Ausbaue war daher bei gewöhnlichen Wasserständen nur ein Theil des Bettes mit Wasser bedeckt, das in den Gruben der zahlreichen Krümmungen 2 bis 3 m, auf den Ueberschlägen aber nur 0,4 bis 0,8 m Tiefe besaß. Eine ausgesprochene, den Hochwasserabfluß behindernde Stromenge besitzt die Weichsel am Wawel bei Krakau, wo die 5 bis 6 m über Normalwasser hohen Ufer dicht unterhalb einer sehr scharfen Krümmung nur 80 m von einander entfernt sind. Das Hochwasser von 1884 zeigte hier einen örtlichen Stau von 0,84 m, das von 1813 einen solchen von 1,35 m.

Die Ufer bestehen fast überall aus Lehm, dem in der obersten Strecke ziemlich viel Sand beigemengt ist, auf kiesigem Untergrund. Wo dieser so tief

liegt, daß der besser widerstandsfähige Oberboden nicht unterwaschen und hierdurch abgebrochen wird, halten sie sich gut gegen die Angriffe der Strömung. Oefters sind sie aber durch Auswaschung der kiesigen Unterlage übermäßig steil und abbrüchig, soweit sie nicht von den Strombauwerken geschützt werden oder mit den Anlandungen zusammen eine dicht mit Weiden bewachsene Fläche bilden. Nur an wenigen Stellen hat die Weichsel diluviale und tertiäre Mergel und Thone angeschnitten. Unterhalb Oklensna und bei Czernichuw berührt sie den Jurakalk; an den oben genannten Orten zwischen Tynjec und Krakau, zuletzt am Wawel, nagt sie ihr Bett in den Fels ein.

Die Beschaffenheit der Sohle und die Geschiebeführung hängen hauptsächlich von den Nebenflüssen ab. Die sandführende Przemsza hat, besonders während des Ausbaues ihrer unteren Strecke, große Mengen von Sand in die Weichsel bis zur Solamündung getragen. Die schotterführende Sola bewirkt, daß bis zur Skawamündung im Strombett grober Kies vorherrscht, wogegen weiter abwärts feinerer Kies aus der Skawa und Skawinka hinzukommt. Diese Schottermassen, die beispielsweise bei Krakau noch auf 4 m Tiefe unter der Bettsohle anzutreffen sind, bilden in dem bei kleineren Wasserständen sichtbaren Theile des Strombettes keine so ausgedehnten Felder wie an den schotterführenden Gebirgsflüssen, z. B. an der Skawa noch kurz oberhalb ihrer Mündung, wo aus dem Schotterfelde ein Schienenstrang zur Gewinnung von Bettungskies nach dem Bahnhofe Zator geführt ist. Vielmehr bilden die Ablagerungen kleinere, bald rechts, bald links von der Stromrinne, in den schärferen Krümmungen am vorspringenden Ufer gelegene, stark schottrige Kies- und Sandbänke, die in der bekannten Weise allmählich weiter wandern.

3. Form und Bodenzustände des Stromthals.

Die Thalsohle hat bis zur Skawamündung zwischen dem Saume des vorkarpathischen Löß-Hügellandes, das sich hier nur 10 bis 20 m über die Niederung erhebt, und dem 70 bis 90 m hohen Hügelzuge des Muschelkalks im Norden eine von 5 auf nahezu 8 km anwachsende Breite. Links vom Strome besitzt jedoch das Alluvium nur geringe Ausdehnung, da der größte Theil des Thalgrundes auf dieser Seite aus diluvialem, stellenweise mit Torf bedecktem und fast durchweg bewaldetem Sandboden besteht. Die hauptsächlich rechts gelegene Alluvialniederung ist im Anfange des Abschnittes wenig über 1 km breit, erweitert sich aber schon an der Pegelstelle Dwory (Km. 3,76) auf 2,5 und bis zur Skawa auf 5 km. Oestlich vom Chechlobach wird das bis zur Regulice aus Muschelkalk, sodann aus Jurakalken aufgebaute linksseitige Hügelland beträchtlich höher und sendet seine Ausläufer bis hart an den Strom: zuerst unterhalb Oklensna (Km. 32/36) die bis zu 100 m ansteigenden Waldhügel, sodann hinter dem Städtchen Czernichuw den 60 m hohen bewaldeten Chelmhügel, schließlich oberhalb der Skawinkamündung (noch bevor das Durchbruchthal beginnt) niedrige Kalksteinberge, die auf der Stromseite als Steinbrüche ausgebeutet werden. Das dazwischen liegende sandige Gelände gehört dem Diluvium an, so daß sich auch hier die Alluvialniederung von 2,5 bis 3 km Breite vorzugsweise auf der rechten Seite der Weichsel ausdehnt.

Oestlich von der Skawinkamündung zieht eine Bodensenke mit Alluvialbildungen, in welcher sich eine Lößanhöhe erhebt, nach dem oberhalb Kostrze rechts von der Weichsel (Km. 67/70) auf 4 km Breite ausgedehnten Alluvialbecken. Der Strom selbst macht von Km. 60,6 bis 67 eine plötzliche Krümmung nach Norden und durchbricht dabei den von Scjejowice nach Tynjec hinüber streichenden Jurakalk in einem engen, beiderseits von malerisch geformten Kalksteinhügeln begrenzten Thale. Die rechtsseitige, auf dem Grodziskoberge dicht an der Weichsel bis 75 m hoch über das Thal ansteigende Hügelgruppe trennt wie eine Insel das Stromthal von jener Bodensenke und dem Alluvialbecken. Am linken Ufer beginnt schon bei Bjelany (Km. 68) der 120 bis 150 m hohe Jura-Hügelrücken, welcher das Thal der Rudawa abtrennt und bei Km. 75,3 in das Krakauer Becken ausläuft. Ihm gegenüber wird von Km. 70 ab die nur 0,6 bis 1,2 km breite Alluvialniederung durch niedrige Kuppen des Jurakalks bei Kostrze, Pychowice und Zakrzuwek begrenzt, aus deren Steinbrüchen die abwärts Krakau bei den Strombauten verwendeten Steine größtentheils stammen. Dann erhebt sich noch einmal, unterhalb des Alluvialthals der Wilga bei Podgurze am Ende des Stromabschnitts (Km. 78/79), ein bedeutendes Massiv von ziemlich horizontal und dabei meist sehr massig geschichtetem Jurakalk, gleichfalls mit großen Steinbrüchen, dessen höchster Punkt, der nach dem sagenhaften Gründer von Krakau benannte Krakushügel, 73 m über das Thal aufragt. Am linken Ufer tritt der Jurakalk zuletzt jenseits des Rudawathals, unmittelbar neben der Weichsel im 20 m hohen Felsen des Wawel zu Tag, auf welchem das Krakauer Königsschloß mit der prächtigen Domkirche sich erhebt. Von den Jurasteinen bei Podgurze ist der Wawel 1,5, von denen bei Zakrzuwek 1,8 km, von den Bjelanyer Hügeln 1,4 km entfernt. Diese Maße bestimmen die Breite der Alluvialniederung oberhalb und in Krakau. Die Stadt selbst liegt auf sandig-lehmigem Diluvium, das zwischen den Alluvialthälern der Rudawa und Bialucha nach den flachen Lößhügeln zieht, welche im Norden und Nordosten den 6 bis 7 km im Durchmesser großen Krakauer Kessel begrenzen.

Soweit es sich nach den Durchstichen und abbrüchigen Ufern beurtheilen läßt, besteht der Niederungsboden unter einer etwa 0,4 m starken Humusschicht auf einige Meter Tiefe aus wenig durchlässigem gelbem Lehm mit geringer Sandbeimischung, welcher auf einer mächtigen Schicht von mittelgrobem oder feinerem Schotter ruht. An Stelle der Lehmschicht tritt stellenweise eine bis unter den niedrigsten Wasserspiegel reichende Schicht von zähem Letten. Vermuthlich gehört derselbe meistens dem Diluvium an (Geschiebemergel), dessen sandige Decke in den oberen Theilstrecken oft bis nahe an den Stromlauf und mehrfach unmittelbar bis an das Ufer reicht. Je nach der Höhenlage wird der Thalgrund als Ackerland, Wiese oder Weide benutzt. Wald kommt im Alluvialthale nur ganz ausnahmsweise vor, abgesehen von den Weidenhägern am Strome und in den verlandeten Altbetten; wohl aber ist das sandige Diluvium zwischen der Przemsza und Jankowice (gegenüber der Skawamündung) größtentheils bewaldet. Außer den unverlandeten Schlenken finden sich als stehende Gewässer, die jedoch nur zeitweise mit Wasser gefüllt sind, zahlreiche künstliche Fischteiche, zusammen etwa 11 qkm, die mehreren Großgrundbesitzern gehören. Im Allgemeinen ist die

Niederung sehr fruchtbar und gut bebaut, mit vielen Ortschaften und einzelnen Gehöften bedeckt, die theilweise im Ueberschwemmungsgebiete der großen Hochfluthen liegen, fast überall ohne durch Deiche geschützt zu sein.

IB. Mittellauf der Oberen Weichsel.
(Krakau—Dunajecmündung.)

1. Uebersicht. Grundriß und Gefällverhältnisse.

Von Krakau ab fließt die Weichsel zunächst gegen Osten bis zur Reichsgrenze bei Njepolomice, von wo ab ihr linkes Ufer zu Rußland gehört, sodann gegen Ostnordost bis Nowe-Brzesko, hierauf wieder ostwärts bis zur Morskagura beim russischen Dorfe Wituw und zuletzt gegen Nordosten bis zur Dunajecmündung. Sie hält sich Anfangs in geringer Entfernung vom östlich weiter ziehenden Rande des vorkarpathischen Hügellandes, verläßt ihn dann aber und bleibt von der Mündung des Rudnikbaches ab nahe am Saume des südpolnischen Hügellandes, während sich nun rechts das an Breite mehr und mehr zunehmende galizische Flachland ausdehnt. Bis Njepolomice hat sie ein sandig-schotteriges, künstlich begradigtes und ausgebautes Bett mit ziemlich hohen Ufern. Unterhalb Njepolomice nimmt die Neigung des Stromes zur Bildung von Inseln allmählich zu; die Sohle besteht aus leicht beweglichem Sand; die Ufer sind sandiger, minder widerstandsfähig und niedriger als weiter oberhalb. Ihr bei weitem wichtigster Nebenfluß innerhalb des ganzen Abschnittes ist der Gebirgsfluß Raba, dessen Mündung als Grenze zweier Theilstrecken anzunehmen ist. Zwei andere Grenzpunkte sind Njepolomice, wo das hochwasserfreie Gelände rechts zum letztenmal nahe an den Strom vorspringt (2 km oberhalb der österreichisch-russischen Reichsgrenze), und die Rudnikmündung, in deren Nähe die Obere Weichsel das linksseitige Höhenland erreicht. Die Strecke Krakau—Njepolomice trennen wir an der Mündung der Dlubnia, des größten linksseitigen Nebenbachs, die Strecke Raba—Dunajec an der Mündung der Uszwica, eines wasserreichen und für die Entwässerung der rechtsseitigen Niederung wichtigen Flachlandflusses, in je zwei Theilstrecken. Die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse ergeben sich aus der folgenden Tabelle.

Das Gefälle der ersten Strecke ist auch jetzt noch immer etwas geringer als das der ober- und unterhalb anschließenden Strecken, obgleich es durch die Begradigung bedeutend verstärkt worden ist. Allerdings hat sich diese Verstärkung theilweise wieder ausgeglichen in Folge einer Senkung der Sohle und aller Wasserstände bei Krakau. Uebrigens beruht die große Senkung am dortigen Pegel nicht lediglich auf der 1845/64 unterhalb ausgeführten Begradigung und auf dem erst 1882 angelegten Durchstich bei Dambje, der besonders in diesem Sinne gewirkt hat. Vielmehr liegen noch andere rein örtlich wirksame Gründe vor, beispielsweise die Entfernung von Pfahlresten an der 0,7 km unterhalb der Pegelstelle befindlichen, 1854 erbauten Eisenbahnbrücke und die Beseitigung zahlreicher Baumstämme und Stubben unterhalb dieser Brücke, welche noch dauernd fortgesetzt wird. Durch die Ausräumung dieser Abflußhindernisse sind

Stromstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
	198,1						
Krakau—Dlubniamündung		3,4	10,8	0,315	3180	8,9	21,3
	194,7						
Dlubniamündung—Njepolomice . .		4,0	11,7	0,342	2920	10,8	26,9
	190,7						
Njepolomice—Rudnikmündung . .		5,6	16,6	0,337	2960	11,0	32,7
	185,1						
Rudnikmündung—Rabamündung .		5,5	17,1	0,322	3110	12,5	36,8
	179,6						
Rabamündung—Uszwicamündung .		5,0	16,0	0,313	3200	12,7	26,0
	174,6						
Uszwicamündung—Dunajecmündung		2,7	9,7	0,278	3590	7,6	27,6
	171,9						
Im Ganzen	—	26,2	81,9	0,320	3130	57,9	41,5

die zwischen ihnen abgelagerten Kiesmassen abgetrieben und ihre erheblichen Stauwirkungen beseitigt worden. Die Anlage des Durchstichs bei Dambje (Km. 80,3/81,3) hatte den Zweck, das Hochwasser bei Krakau zu senken, um die niedrigen Stadttheile besser gegen Ueberschwemmungen zu schützen und die Alte Weichsel absperren zu können, was auch aus gesundheitlichen Rücksichten dringend erwünscht war. Daß die Senkung der Wasserstände sich nicht auf große Entfernung erstreckt, ergiebt sich aus der Höhenlage der Strombauwerke, die in den achtziger Jahren mit gleichmäßiger Kronenhöhe in Bezug auf das damals geltende Normalwasser (— 0,65 m a. P. Krakau) angelegt worden waren; jetzt liegen sie am Anfange des Stromabschnitts bei mittlerem Wasserstande etwa 0,7 m höher aus dem Wasser als einige Kilometer stromabwärts, woraus hervorgeht, daß die örtliche Senkung des entsprechenden Wasserspiegels keinenfalls weit über Krakau hinaus reichen kann. Die Ermäßigung des Gefälles oberhalb der Dunajecmündung dürfte auf die häufigen bedeutenden Anschwellungen zurückzuführen sein, welche dieser große Gebirgsfluß in der Weichsel verursacht. Im Uebrigen sind die Unterschiede des Gefälles nur gering.

Die Scheitellinie des Hochwassers vom Juni 1884 verläuft in der ersten Theilstrecke ziemlich genau parallel mit dem Mittelwassergefälle. In der zweiten und dritten Theilstrecke fällt sie stärker, da wegen der großen Ausdehnung des linksseitigen Ueberschwemmungsgebiets oberhalb der Rudnikmündung das Hochwasser um 1,7 bis 2 m weniger hoch als bei Krakau über das Mittelwasser anschwillt. Weiter unterhalb, wo das linksseitige hochwasserfreie Gelände öfters ziemlich nahe an die rechtsseitigen Deiche tritt, nimmt die Anschwellung wieder zu und ist bei der Dunajecmündung nur 0,6 bis 0,7 m niedriger als am Anfange des Abschnittes, obgleich das Hochwasser sich viel freier ausdehnen kann als dort.

Die Gesammtentwicklung des Stromlaufs ist größer als die Entwicklungszahlen der einzelnen Strecken, weil bei ihr die mehrmalige Richtungsänderung voll zur Erscheinung gelangt, bei den Theilstrecken dagegen nur zwischen den Mündungen des Rudnikbachs und der Uszwica. In der Hauptsache hängen jedoch die Entwicklungszahlen von den Krümmungen des Stromlaufs in seinem

durchweg schlank gerichteten Thale ab. Dabei ist zu beachten, daß die Weichsel 1845/64 von Krakau bis Njepolomice um etwa ein Drittel ihrer Länge mit Durchstichen verkürzt worden ist. Würde man die ehemalige, 7,7 km mehr als jetzt betragende Länge zu Grund legen, so wäre die Entwicklungszahl für die ersten beiden Theilstrecken 67,5 %, also größer wie auf allen übrigen Strecken der Oberen Weichsel.

Vor der Begradigung hatte der Stromlauf hier noch ein ähnliches Gepräge wie im breiten Thalgrunde oberhalb des Durchbruchthals; die widerstandsfähige Beschaffenheit des Oberbodens und geringe Widerstandsfähigkeit des Untergrunds verursachten ein tieferes Einnagen und gleichzeitig hiermit die Ausbildung von zahlreichen Schleifen, um die durch Tiefenzunahme gesteigerte Geschwindigkeit durch Längenvermehrung wieder auszugleichen. In den folgenden Theilstrecken vermindert sich das Bestreben zur Herstellung von Schlangenwindungen allmählich, da die Ufer wegen des größeren Sandgehalts minder widerstandsfähig sind, weshalb sich das Bett in die Breite ausdehnt und schlanker geformt, aber übermäßig flach ist. Seine großen Sandablagerungen bilden bei niedrigen Wasserständen Inseln, die einen gespaltenen Lauf veranlassen. Beim Ausbaue kommt es hier weniger auf eine Beseitigung zu scharfer Krümmungen an, die sich an einzelnen Stellen freilich vorgefunden haben und noch vorfinden, als vielmehr auf die Herstellung eines einheitlichen Bettes von ausreichender Breite und Tiefe, das unter Umständen länger sein muß als die Mittellinie des verästelten Laufes.

Begradigungen mit Durchstichen sind neuerdings ausgeführt worden: 1888 an der Rabamündung (3 Durchstiche nebst Verlegung der Mündung) und 1878/80 oberhalb der Uszwicamündung. Die kleinsten Krümmungshalbmesser sollen auf der Strecke Krakau—Njepolomice 500 m am äußeren Ufer, also etwa 460 m in der Mittellinie betragen; indessen sind noch schärfere Krümmungen vorhanden, namentlich bei Szczuruw (Km. 92/93) eine solche mit 350 m Halbmesser, welche öfters Eisversetzungen hervorruft. In den übrigen Theilstrecken sind die Halbmesser der Krümmungen meistens größer; doch kommen auch noch solche von 4- bis 500 m vor.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Strombetts.

Als Normalwasserstände für die Ermittlung der Querschnitte des Stromes waren früher angenommen worden: — 0,65 m a. P. Krakau, 2,12 m a. P. Njepolomice, — 0,25 m a. P. Sjeroslawice, — 0,11 m a. P. Jagodniki. Das Mittelwasser 1891/95 zeigte dagegen — 0,89 m a. P. Krakau, 2,22 m a. P. Njepolomice, — 0,19 m a. P. Sjeroslawice, 0,28 m a. P. Jagodniki, also bei Krakau 0,24 m weniger, bei Njepolomice 0,10 m, bei Sjeroslawice 0,06 m und bei Jagodniki 0,39 m mehr. Das 25-jährige Mittelwasser 1871/95 liegt bei Krakau 0,25 m, bei Jagodniki 0,39 m über dem Normalwasser, das entsprechende mittlere Niedrigwasser bei Krakau 0,43 m, bei Jagodniki 0,41 m unter dem Normalwasser. Da bei Jagodniki keine nennenswerthe Veränderung der Wasserstände eingetreten ist, läßt sich annehmen, daß das Normalwasser bei Krakau jetzt recht beträchtlich, bei Njepolomice und Sjeroslawice minder erheblich tiefer liegt, als früher

ermittelt war. Die bei Krakau eingetretene Senkung hat die oben erwähnten Gründe. Die Senkung bei Njepolomice ist vermuthlich durch die in der Anschlußstrecke neuerdings ausgeführten Bauten, bei Sjeroslawice durch die Begradigung an der Rabamündung verursacht worden. (Im internationalen Protokolle von 1896 wird die Senkung des Normalwasserstands für Krakau auf 42 bis 47 cm, für Njepolomice auf 30 cm angegeben; letzteres Maß scheint etwas zu hoch, ersteres zu niedrig gegriffen zu sein.) Die dem Normalwasser entsprechende Abflußmenge beträgt angeblich unterhalb Krakau 71, oberhalb Njepolomice 74, oberhalb der Rabamündung 76, unterhalb derselben 90 und oberhalb der Dunajecmündung 102 cbm/sec. Um diese Wassermasse mit 0,73 bis 0,77 m/sec mittlerer Geschwindigkeit abführen und dabei eine Mindest-Fahrtiefe von 1,22 m in der ersten, 1,24 m in der zweiten, 1,26 m in den beiden folgenden, 1,34 und 1,38 m in den beiden letzten Theilstrecken erhalten zu können, sind als Normalbreiten gewählt worden: von Krakau bis zur Dlubnia 82, von da bis Njepolomice 84, von da bis zur Raba 86, von da bis zur Uszwica 98 und von da bis zum Dunajec 107 m.

In den beiden ersten Strecken ist der Ausbau bereits größtentheils beendigt, aber das Ziel noch nicht ganz erreicht worden, da bei Normalwasser die Tiefe in den Gruben der Krümmungen zwar 2 bis 3 m, auf den Ueberschlägen aber kaum 1 m beträgt. Auch in der mit beiderseitigen Werken eingeschränkten Versuchstrecke unterhalb Njepolomice (Km. 103/112) scheint die Rinne eine günstige Lage und Tiefe anzunehmen. In den übrigen Strecken sind bloß einzelne Stellen, und zwar meistens nur einseitig, fertig ausgebaut. Die Tiefe ist auf den Ueberschlägen und in den Geraden überall noch gering; beispielsweise war im August 1897 bei einem etwa 0,3 m über Normalwasser gelegenen Wasserstande gleich hinter der bezeichneten Versuchstrecke und an vielen anderen Punkten selten mehr als 0,7 bis 0,8 m Tiefe in der Fahrrinne vorhanden.

Die natürliche Breite des Bettes beträgt etwa 1- bis 200 m, die Höhenlage der Stromufer oberhalb Njepolomice meist 3 m, von da bis zur Rabamündung 2 bis 3 m, unterhalb der Rabamündung in den Gruben 2,5 bis 4 m, an den Vorsprüngen 2 bis 3 m über Normalwasser. In den Gruben sind die Ufer steil und abbrüchig, an den Vorsprüngen flach geböscht. Bis Km. 112 belästigen die vorhandenen Sandbänke die mit kleiner Tauchung fahrenden Schiffe nicht, sondern lassen einen 30 bis 50 m breiten Schlauch mit ausreichender Tiefe zwischen den in Kronenhöhe 82 bis 86 m von einander abstehenden Werken frei. Die Zwischenräume zwischen diesen Werken und den natürlichen Ufern sind meist gut verlandet und mit Weiden dicht bewachsen. Von Km. 112 abwärts ist das gewöhnlich über 150 m breite Bett unregelmäßig geformt und mit zahlreichen Sandbänken angefüllt, die öfters über Normalwasser auftauchen und den Stromschlauch spalten. An manchen Stellen wächst die Breite des verwilderten Bettes bis zu 400 m an.

Innerhalb Oesterreichs liegen einstweilen noch nicht überall zu beiden Seiten des Stroms hochwasserfreie Deiche, die in der Spiegellinie des höchsten Hochwassers 340 m von einander abstehen sollen; links ist die Deichlinie nicht geschlossen. Auch von Njepolomice bis zum Dunajec ist die österreichische Niederung eingedeicht,

die russische nur auf kurze Strecke unterhalb Njepolomice mit kleinen Sommerwällen geschützt und von Nowe-Brzesko ab so schmal, daß ihre Eindeichung nicht in Erwägung kommen kann. Die erforderliche Deichweite soll betragen: bis zum Rudnikbach 340 m, von da bis zur Raba 380 m, von da bis zur Uszwica 460, von da bis zum Dunajec 510 m. Dabei wurde die größte Abflußmenge am Anfange des Stromabschnitts auf 2140 und am Ende auf 3177 cbm/sec, die Höhe des entsprechenden Wasserspiegels über Normalwasser am Anfange auf 5,5 und am Ende auf 6,0 m angenommen. Das Hochwasser vom Juni 1884 ist an den meisten Stellen 4,5 bis 5 m über Normalwasser gestiegen und hat die Ufer 1 bis 3 m hoch überschwemmt. Nur von Njepolomice bis oberhalb der Rudnikmündung, wo es sich links auf große Breite ausdehnen konnte, war seine Höhe um 1 bis 2 m geringer. Das Hochwasser vom August 1813, dem die oben bezeichneten Abflußmengen entsprechen sollen, lag bei Krakau um 1,2 m höher, von der Rabamündung ab dagegen auf gleicher Höhe oder sogar niedriger als das Hochwasser von 1884, vielleicht weil früher die rechtsseitigen Deiche noch nicht vorhanden waren. Uebrigens scheint die Zunahme der Wassermenge übermäßig groß bemessen zu sein.

Die Beschaffenheit der Ufer läßt sich in den ausgebauten Strecken nicht mehr erkennen, da die besteinten Werke etwa 0,6 m über Normalwasser reichen und von da ab die Anlandungen mit dichtem Weidengebüsche bewachsen sind. Angeblich bestehen die Ufer, ähnlich wie im Stromthale oberhalb der Skawinkamündung, unter der Humusdecke aus einer mächtigen Lehmschicht, die auf feinem Schotter und weiter stromabwärts auf Sand lagert. Im Gegensatze zu den österreichischen sind die russischen Anlandungen meist schlecht bewachsen, da sie den Anliegern gehören, welche wenig für die Bepflanzung thun; auch die Strombauwerke haben auf der linken Seite keinen so üppigen Bewuchs. Von Njepolomice ab zeigen die Ufer gewöhnlich dünne wechselnde Schichten von Schlick und Sand, bei denen jedoch der Sand vorherrscht, auf den flachen Vorsprüngen oft gröberen Sand. Ihre Widerstandsfähigkeit ist offenbar nur gering, wie aus den zahlreichen Abbrüchen hervorgeht, die schon bei mäßigen Anschwellungen eintreten. Auf der linken Seite wird zum erstenmal beim Vorwerk Nenkanowice unweit Nowe-Brzesko der Löß des Höhenlandes mit einem steilen Hochufer angeschnitten, weiter unterhalb bis zur Dunajecmündung dann noch mehrfach, stellenweise 10 bis 15 m hoch auf längeren Strecken. Oberhalb Sjeroslawice und unterhalb der Rabamündung berührt die Weichsel vorquartäre Thone unter der Lößdecke, welche zu Rutschungen Anlaß gegeben haben.

Die Sohle ist bis Njepolomice mit feinem Schotter und Sand bedeckt. Weiter unterhalb verschwindet der Schotter allmählich und wird durch Sand ersetzt, dessen gröbere Theile die großen Bänke bilden, während der im Stromstrich treibende, leicht bewegliche Sand feines Korn besitzt. An geschützten Stellen lagert sich Schlick ab, namentlich bei höheren Wasserständen auf den Anlandungen zwischen dem Weidengebüsch und auf den Deichvorländern. Uebrigens ist die Schlickführung nicht so bedeutend wie beim San und anderen Nebenflüssen, vermuthlich weil durch die Abbrüche hauptsächlich sandige Bodentheile in den Strom gerathen und auch die größeren Seitengewässer dieses Stromabschnitts vorzugs-

weise Sand zuführen, namentlich die Raba und die Uszwica. Das Steinriff bei Morsko (Km. 138) und ein aus kleinerem Gerölle bestehendes Riff an der Morskagura (Km. 140,6), welche beide neben Hochufern des linksseitigen Höhenlandes liegen und sich unter dessen Lößdecke fortsetzen, scheinen aus Diluvialgeschieben zu bestehen. Als Stellen, an denen besonders viele alte Baumstämme und Stubben im Strombett vorkommen, werden bezeichnet: die Strecke unterhalb der Eisenbahnbrücke bei Krakau (Km. 79,2/80), wo im Laufe eines Jahres gegen 4000 m Eichenstämme (bis zu 20 m Länge) ausgehoben worden sind, ferner bei Przewuz (Km. 88/89) und etwas weiter oberhalb, wo die linke Uferseite jetzt noch mit Eichenwald bestockt ist. Der Umstand, daß diese Stellen in der fertig ausgebauten Theilstrecke liegen, in welcher das Bett sich bereits am meisten vertieft hat, läßt vermuthen, daß auch weiter stromabwärts solche Schiffahrthindernisse mehr als bisher zum Vorschein kommen dürften, wenn nur erst die Vertiefung der Stromrinne beim Fortschreiten des Ausbaues größer wird.

3. Form und Bodenzustände des Stromthals.

Das Alluvialthal der Weichsel ist von Krakau bis Njepolomice 5 bis 6 km breit. Im Norden wird es von der um 20 m höheren, mit Löß bedeckten Vorstufe der Polnischen Platte begrenzt, im Süden vom 40 m hohen, sandigen Abhange des gleichfalls mit Löß bedeckten vorkarpathischen Hügellandes. In der ersten Theilstrecke ist die rechtsseitige Niederung etwa doppelt so breit als die linksseitige. In der zweiten Theilstrecke sind beide annähernd gleich breit, bis bei Njepolomice rechts eine vorzugsweise aus Sand, mehrfach auch aus Lehm bestehende niedrige Vorstufe des Diluvialgeländes auf 0,5 km an die Weichsel herantritt. Das Dorf Njepolomice liegt auf dieser Vorstufe von Natur hochwasserfrei (+ 205 m, d. h. 11,5 m über dem Hochwasser vom Juni 1884), der durch eine Zweigbahn mit der Eisenbahnlinie Krakau—Przemysl verbundene Hafenplatz auf einer nur wenig über diesen Hochwasserstand hervorragenden Anschüttung.

In den beiden folgenden Theilstrecken behält die Alluvialniederung zunächst noch die bisherige Breite von 5 bis 6 km bei, erweitert sich aber schließlich auf 10 km am linken Rabaufer. Da der Strom von Njepolomice ab das Thal schräge durchschneidet und an der Rudnikmündung die linksseitige Lößvorstufe, bald danach den Rand der gleichfalls mit Löß bedeckten Polnischen Platte selbst erreicht, ist die Niederung auf der russischen Seite im Anfang 3,5 km breit, verschmälert sich aber rasch und hört an der Rudnikmündung ganz auf. Von hier bis zur Morskagura liegen auf der linken Seite nur kleine Niederungsflächen zwischen den Stromschleifen, welche bei der Rudnikmündung, beim Vorwerk Nenkanowice unweit Nowe-Brzesko, bei Stary-Brzesko, oberhalb Sjeroslawice, bei Dolany, unterhalb der Rabamündung, bei Morsko und an der Morskagura steile Hochufer in das linksseitige Höhenland eingeschnitten haben. Auch jene kleinen Niederungen sind mit solchen Stoßkurven begrenzt, welche darthun, daß es sich um verlandete Altbetten handelt. Unterhalb der Morskagura bildet das Szreniawathal einen ziemlich breiten, das Nidzicathal gegenüber Jagodniki einen

schmaleren Einschnitt im linksseitigen Höhenlande, das oberhalb des Nidzicathals mit einem Hochufer an den Strom vorspringt. Bei Km. 155 legt sich zwischen Höhenland und Weichsel eine Vorstufe mit dem Städtchen Opatowjec. Diese mit Löß bedeckte Vorstufe wird bei Wyszogrud und Opatowjec auf längere Strecke durch steilwandige Hochufer gegen den Strom abgegrenzt; zwischen beiden Orten erstreckt sich die letzte, bis 0,8 km breite, linksseitige Niederungsfläche am Mittellaufe.

Einen weit größeren Umfang besitzen die zusammenhängenden Niederungen auf der rechten (galizischen) Seite des Stromes. Die bei Njepolomice mit 2 bis 2,5 km Breite beginnende Niederung geht gegen Süden ohne scharfe Begrenzung in eine diluviale, vom alten Njepolomicer Staatsforste bedeckte Vorstufe des Höhenlandes über. Bis zur Raba dehnt sie sich allmählich auf sehr große Breite aus. Am rechten Ufer dieses Flusses vereinigt sich das von der Grobka in die Weichsel entwässerte Thal bei den Dörfern Bogucice und Bratucice mit der Stromniederung. Bei letzterem Dorfe springt das diluviale Flachland, hier vom Bratucicer Kameralforst bedeckt, soweit nordwärts vor, daß die Alluvialfläche der Weichselebene auf 7,5 km Breite eingeschnürt wird. Im Entwässerungsgebiet der Uszewka und Uszwica erweitert sich indessen diese Ebene sofort wieder auf mehr als 20 km, wovon übrigens nur der nördliche, zum natürlichen Ueberschwemmungsgebiete der Weichsel bei großen Hochfluthen gehörige Theil mit neueren alluvialen Ablagerungen des Hauptstromes erfüllt und als eigentliche Stromniederung anzusehen ist. Gegen das Dunajecthal wird das Uszwicagebiet abgeschieden von einer schmalen, niedrigen Bodenschwelle, deren nördliche Spitze etwa 10 km vom Weichselstrome absteht. Hier gehen also die Alluvialthäler der Weichsel und des Dunajec ohne sichtbare Abgrenzung in einander über. Die das linksseitige Dunajecthal entwässernde Kisjelina konnte ohne Schwierigkeit in die Weichsel geleitet werden.

In den ersten drei Theilstrecken läßt die Niederung fast überall deutlich erkennen, daß der Strom hier vor nicht gar langer Zeit wesentliche Veränderungen seiner Lage erfahren hat: durch Wiesenstreifen, die stellenweise noch von bogenförmigen Uferrehnen eingefaßt werden, sowie durch die Lage der Ortschaften, Wege, offenen Schlenken und Wasserläufe. In den letzten drei Theilstrecken beschränken sich diese unverkennbaren Spuren der Stromverlegung auf einen etwa 3 bis 4 km breiten Streifen längs des Stromlaufes, der offenbar schon seit Jahrhunderten in der Nähe des linken Höhenlandes geblieben ist. Indessen gehört auch das weiter südwärts liegende rechtsseitige Gelände großentheils zum natürlichen Ueberschwemmungsgebiet und wird nur durch die Deiche gegen die Hochwassergefahren geschützt, zumal die Nebenflüsse den höher gelegenen Theil gleichfalls bedrohen und daher weit über den Rückstaubereich des Hauptstroms hinaus eingedeicht werden mußten.

Im Anfange dieses Jahrhunderts, als diese Deiche und die Entwässerungsanlagen noch nicht vorhanden oder doch nicht wirksam genug waren, bildeten ausgedehnte Flächen der Niederungen Sümpfe und Brücher; auch jetzt sind ihre moorigen Wiesen bei nassem Wetter schwer zugänglich. Das höher liegende Gelände wird vorzugsweise zum Ackerbau benutzt. In den Vorländern der Deiche

liegen meistens Wiesen und Hutweiden, am linken Ufer auf den nicht bedeichten Flächen auch viele Ackerfelder, in den niedrigen Theilen kleine sumpfige Auewälder und Weidenhäger. Die großen Forsten unterhalb Njepolomice und zur Linken der Kisjelina werden, soweit sie nicht von Natur hochwasserfrei liegen, durch die Eindeichungen gegen Hochwasser geschützt. Bis Njepolomice besteht der Niederungsboden, von den Torfmooren der nassen Wiesen abgesehen, aus fruchtbarem Lehm von großer Mächtigkeit, ebenso weiter unterhalb am linken Ufer bis zur Rudnikmündung. Auf der rechten Seite nimmt dagegen der Boden schon oberhalb der Rabamündung etwas leichtere Beschaffenheit und größere Durchlässigkeit in Folge stärkerer Sandbeimischung an.

1 C. Unterlauf der Oberen Weichsel.

(Dunajecmündung—Sanmündung.)

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Die nordöstliche Richtung, welche der Weichselstrom an der Dunajecmündung besitzt, behält er noch bis oberhalb der Nidamündung, von wo er dann bis zur Brenmündung gegen Osten fließt, hierauf bis zur Mündung der Wisloka und weiter bis Sjedleszczany, wo der Babulowkabach sich ergießt, gegen Ostnordost und zuletzt bis zur Sanmündung gegen Nordosten. Außer dem Dunajec, welcher den Abflußvorgang der Weichsel in sehr hohem Maße beeinflußt, und der Wisloka, die gleichfalls viel Wasser zubringt, empfängt der Hauptstrom von rechts die Flachlandflüsse Bren und Leng nebst drei kleineren Gewässern, unter denen die Babulowka schon erwähnt ist. Von links ergießen sich die Nida, Wschodnia, Koprzywianka und Goryczanka aus dem südpolnischen Hügellande. Der Lauf des Hauptstroms ist, von einigen schärferen Krümmungen abgesehen, im Allgemeinen glatt gestreckt und besitzt annähernd gleiches Gefälle von Anfang bis zum Ende. Die Neigung zur übermäßigen Ausbreitung des Bettes und Spaltung der Stromrinne tritt noch stärker hervor als in den letzten Theilstrecken des Mittellaufs, da die Ufer zumeist ziemlich niedrig und wenig widerstandsfähig sind. Hochufer berührt die Weichsel nur an vier Stellen, nämlich auf der linken Seite am Anfange gegenüber der Dunajecmündung und oberhalb der Wschodniamündung (unweit Polanjec), sodann auf der rechten Seite an der Babulowkamündung (bei Sjedleszczany), zuletzt noch einmal auf der linken Seite unterhalb der russischen Stadt Sandomjerz. Als Grenzpunkte der einzelnen Theilstrecken nehmen wir die Mündungen des Dunajec, der Nida, des Bren, der Wisloka, der Babulowka, der Koprzywianka, des Leng und des San an, außerdem die zwischen Nida und Bren gelegene Pegelstelle bei Szczucin. Die Entwicklungs- und Gefällverhältnisse gehen aus der Tabelle auf Seite 224 hervor.

Das Gefälle zeichnet sich durch Gleichmäßigkeit aus, weil die Unterschiede in den einzelnen Theilstrecken nicht größer sind, als dem von der zufälligen Lage der wandernden Sände verursachten Wechsel entspricht. Da diese Wanderung nur langsam vor sich geht, kann sehr wohl während einiger Jahre das Mittel-

Stromstrecke	Höhenlage + m	Fallhöhe m	Lauflänge km	Mittleres Gefälle ‰	Mittleres Gefälle 1 : x	Luftlinie km	Entwickelung %
	171,9						
Dunajecmündung—Nidamündung .		3,9	14,4	0,271	3690	10,4	38,5
	168,0						
Nidamündung—Szczucin		5,4	19,3	0,280	3570	16,4	17,7
	162,6						
Szczucin—Brenmündung		4,1	15,4	0,266	3760	10,8	42,6
	158,5						
Brenmündung—Wislokamündung .		4,8	17,3	0,277	3600	14,7	17,7
	153,7						
Wislokamündg. — Babulowkamündg.		5,8	20,7	0,280	3570	16,0	29,4
	147,9						
Babulowkamdg.—Koprzywiankamdg.		2,9	10,8	0,269	3720	10,4	3,8
	145,0						
Koprzywiankamündg.—Lengmündung		4,2	15,2	0,276	3620	14,7	3,4
	140,8						
Lengmündung—Sanmündung . . .		1,6	6,1	0,262	3810	5,9	3,4
	139,2						
Im Ganzen	—	32,7	119,2	0,274	3650	96,8	23,1

wasser (beispielsweise an der Nidamündung) hierdurch um vielleicht 20 bis 30 cm gegen eine andere Jahresreihe gehoben werden. Wäre dies z. B. für die Jahre 1891/95 der Fall, so würde für die längere Jahresreihe das mittlere Gefälle der beiden angrenzenden Strecken, gerade umgekehrt wie in der Tabelle, oberhalb stärker und unterhalb schwächer als der Durchschnittswerth sein. Von den am Unterlaufe der Oberen Weichsel vorhandenen Pegeln sind nur diejenigen bei Szczucin und Dzikuw (bei Tarnobrzeg) seit längerer Zeit regelmäßig beobachtet worden, weshalb sich der Wechsel des Gefälles nicht näher untersuchen läßt. Das Mittelwasser der Jahresreihe 1871/95 liegt bei Szczucin auf 0,23, bei Dzikuw auf 0,19 m, dasjenige für 1891/95 bei Szczucin auf 0,11, bei Dzikuw auf 0,05 m, also hier verhältnißmäßig nur um 2 cm zu tief. Das mittlere Niedrigwasser hat für den längeren Zeitraum an beiden Stellen ebenfalls nahezu gleiche Pegelhöhe (bei Szczucin —0,71, bei Dzikuw —0,74 m), ebenso der bekannte niedrigste Wasserstand (bei Szczucin —1,03, bei Dzikuw —1,07 m).

Während demnach bei kleineren Wasserständen als Mittelwasser beide Pegel gut übereinstimmen, liegt das mittlere Hochwasser und noch mehr das bekannte größte Hochwasser bei Szczucin (MHW = 3,65 m, HHW = 4,90 m) beträchtlich höher als bei Dzikuw (MHW = 3,18 m, HHW = 4,32 m). Annähernd den gleichen Unterschied in der Anschwellungshöhe wie der Dzikuwer Pegel zeigt der Pegel bei Jagodniki oberhalb der Dunajecmündung, an welchem das Juni-Hochwasser von 1884 um 4,10 m über das langjährige Mittelwasser anwuchs (bei Szczucin um 4,57, bei Dzikuw um 4,13 m). Die bei Szczucin erkennbare größere Höhe verminderte sich damals bis zur Wislokamündung nur unbeträchtlich, dann aber bis Dzikuw um rund 0,4 und bis zur Lengmündung um nochmals 0,6 m, da sich das Hochwasser von der Wislokamündung ab, namentlich aber an der Mündung des Leng freier ausbreiten konnte als oberhalb. Dementsprechend besitzt die Scheitellinie der Fluthwelle vom Juni 1884 bis Szczucin ein schwächeres

und von der Wisloka abwärts ein stärkeres Gefälle als der Mittelwasserspiegel. Zwischen Leng- und Sanmündung ist ihr Gefälle ebenfalls schwächer, da am Endpunkte der Höhenunterschied HHW—MW wieder um 0,45 m zunimmt.

Die Theilstrecken, in denen ein Aufstauen des Hochwassers erfolgt, zwischen Dunajec und Nida, sowie zwischen Szczucin und der Brenmündung, haben auch zugleich die größten Entwicklungszahlen in Folge einiger bedeutenden Krümmungen. Von der Nida bis Szczucin und vom Bren bis zur Wisloka liegen nur wenige, allerdings schärfer gekrümmte Stromschleifen, bei Km. 213,5/215 eine solche mit nur 500 m Halbmesser, während an den meisten Stellen die Halbmesser über 800 m groß sind. Zwischen Wisloka und Babulowka besitzt die Weichsel einen knieförmigen Lauf, dessen Ecken durch zwei Gegenkrümmungen mit etwa 1000 m Halbmesser abgerundet sind. Weiter unterhalb kommen in dem schlanken Stromlaufe nur noch flache Bögen mit 2000 bis 3000 m Halbmesser vor. Je schlanker der Lauf, um so breiter und flacher ist das Bett. Vielfach liegen die Mittelsände, welche Spaltungen der Strömung verursachen, so hoch, daß sie bei mäßigen Anschwellungen nicht mehr vom Wasser bedeckt werden, oder sie haben sich sogar zu bewachsenen Inseln ausgebildet, namentlich in den Geraden, z. B. oberhalb der Wislokamündung.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Strombetts.

Zur Ermittlung der Querschnitte, welche das übermäßig breite Strombett beim planmäßigen Ausbau erhalten soll, ist der Normalwasserstand auf —0,07 m a. P. Karsy, —0,01 m a. P. Szczucin und —0,20 m a. P. Dzikuw angenommen, welche Pegelzahlen bei Karsy 0,32, bei Szczucin 0,12 und bei Dzikuw 0,25 m unter dem Mittelwasser der Jahre 1891/95 liegen. Weshalb für die beiden unter Mittelwasser gut übereinstimmenden Pegel bei Szczucin und Dzikuw ein so beträchtlicher Unterschied der Normalwasserhöhe angenommen wurde, ist nicht bekannt. Nach unseren Ermittelungen wäre der Normalwasserstand bei Szczucin auf —0,18 m a. P., also 0,29 m tiefer als MW (1891/95) anzunehmen. Die den bezeichneten Pegelständen entsprechenden Abflußmengen betragen angeblich unterhalb der Dunajecmündung 167, unterhalb der Nidamündung 185, unterhalb der Brenmündung 194, unterhalb der Wislokamündung 222, unterhalb der Babulowkamündung 223, unterhalb der Lengmündung 229 und unterhalb der Sanmündung 318 cbm/sec. Um diese Wassermassen mit 0,80 bis 0,89 m/sec mittlerer Geschwindigkeit abführen und dabei Mindest-Fahrtiefen von 1,46 m bis zur Nida, 1,50 m bis zum San und 1,60 m auf der noch 8,3 km langen Grenzstrecke unterhalb der Sanmündung erhalten zu können, sind folgende Normalbreiten ermittelt worden: 151 m vom Dunajec bis zur Nida, 163 m von da bis zum Bren, 168 m von da bis zur Wisloka, 185 m von da bis zur Babulowka, 187 m von da bis zum Leng, 192 m von da bis zum San und 231 m unterhalb der Sanmündung.

Als Versuchstrecken beiderseits ausgebaut sind in diesem Stromabschnitte diejenigen bei Przykop (Km. 235/239) in der zweiten Kniekrümmung zwischen Wisloka und Babulowka, sowie bei Nadbrzezje-Sandomjerz (Km. 268/271,5)

oberhalb der Lengmündung in einer graden Strecke. Die Bereisung im August 1897 zeigte beim Wasserstande 0,17 m a. P. Dzikuw (0,37 m über Normalwasser) auf der erstgenannten Versuchstrecke in der Grube auf etwa 30 m Breite Tiefen von 3 bis 4 m, die sich nach dem vorspringenden Ufer hin rasch verminderten. Auf der zweiten Versuchstrecke fanden sich bei 0,06 m a. P. Dzikuw (0,26 m über Normalwasser) in der Stromrinne überall Tiefen von 2 bis 3 m und nach dem gepeilten Querschnitt bei Normalwasser eine durchschnittliche Tiefe von 2 m auf 189 m Spiegelbreite zwischen den beiderseitigen Parallelwerken. Bei der im Juni 1898 von Sandomjerz nach Warschau ausgeführten Reise waren die Querschnittsverhältnisse in dieser Versuchstrecke weit ungünstiger; an einigen Stellen kamen sogar Mittelsände zum Vorschein, obgleich der Wasserstand über dem normalen lag. Offenbar ist das Bett noch sehr beweglich und der Versandung ausgesetzt, wenn auch nicht in gleichem Maße wie auf dem weitaus größten Theile des Stromabschnitts, wo die Bauten noch nicht in Angriff genommen oder nur einseitig (namentlich auf der österreichischen Seite) ausgeführt sind. Hier ist der Strom einstweilen noch arg verwildert und die Rinne vielfach so flach, daß im Juni 1897 der nur 0,5 m tiefgehende Dampfer mehrfach Schwierigkeiten fand und einige Male sitzen blieb, wiewohl der Wasserstand bis nach Tarnobrzeg mindestens 0,3 m über Normalwasser lag.

Die Ufer sind oberhalb der Wislokamündung im Allgemeinen etwas höher als unterhalb, durchschnittlich in den Gruben und an den abbrüchigen Stellen der Geraden auf 2,5 bis 3 m Höhe über Normalwasser steil geböscht, an den Vorsprüngen 1,5 bis 2 m hoch und oft so flach, daß sie nur durch den Bewuchs von den vorliegenden Sänden zu unterscheiden sind. Ihr Abstand beträgt in den ersten drei Theilstrecken meist über 300, stellenweise bis zu 700, in den unteren Theilstrecken 400 bis 800 m. Bloß bei hohen Wasserständen wird das Bett voll angefüllt, bei Normalwasser nur auf etwa 180 bis 200 m Breite in den oberen, auf 200 bis 400 m Breite in den unteren Theilstrecken. Häufig finden sich Spaltungen der Stromrinne durch ausgedehnte Mittelsände oder bewachsene Inseln. Große Einrisse zeigen, daß der Strom dauernd bestrebt ist, das Bett noch mehr zu erweitern, wo er nicht durch Bauwerke gezwungen wird, seine Kraft auf Vermehrung der Tiefe zu verwenden.

Der weitaus größte Theil des Stromabschnitts ist an beiden Seiten mit Deichen versehen; freilich gewähren die russischen Dämme meist nur fragwürdigen Schutz. Der Abstand zwischen den beiderseitigen Deichlinien wechselt in den oberen drei Theilstrecken von 460 bis 1450 m, in den unteren von 700 bis 1280 m. In der Anlage zum internationalen Protokolle von 1896 sind dagegen als vortheilhafteste Deichweiten folgende Maße angegeben: vom Dunajec bis zur Nida 620, von da bis zum Bren 680, von da bis zur Wisloka 750, von da bis zur Babulowka 770, von da bis zum Leng 790, von da bis zum San 810 und unterhalb der Sanmündung 940 m. Dabei ist eine Kronenhöhe über Normalwasser von 6,6 m in den vier oberen, von 6,7 m in den vier unteren Theilstrecken und von 6,8 m unterhalb der Sanmündung vorausgesetzt, um bei der größten Hochfluth (deren Spiegel 0,5 m unter der Deichkrone bleiben soll) eine Wassermenge von 4467 cbm/sec unterhalb der Dunajecmündung, von

5841 cbm/sec unterhalb der Wislokamündung, von 6084 cbm/sec oberhalb und von 7632 cbm/sec unterhalb der Sanmündung abführen zu können. Diese Abflußmenge ist aber, namentlich von der Wislokamündung ab, offenbar bedeutend zu groß angenommen, ebenso das Maß der Deichweite.

Mit Ausnahme weniger Stellen, an denen diluviale oder ältere Letten berührt werden, ist das Bett durchweg in Alluvialboden eingeschnitten. Die Ufer zeigen bei den Abbrüchen unter einer starken Humusschicht meist wechselnde Schichten von thonigem Schlick und Sand. Da der Sand vorherrscht, ist die Widerstandsfähigkeit der Ufer nur gering, muß also durch Vorlage von Strombauwerken und Pflanzungen erhöht werden. Die Sohle besteht durchweg aus Sand, unter dem sich erst in größerer Tiefe Letten findet. Die Verschiebung der Wandersände vollzieht sich so schnell und in solchem Umfange, daß Auskolkungen und Anhägerungen bis zu einigen Metern Tiefe und Höhe fast bei jeder Hochfluth entstehen. In Folge der großen Sinkstoffführung werden dann erhebliche Schlickmassen abgelagert, so daß niedrige Flächen oft bei einem einzigen Frühjahrs- oder Sommerhochwasser dezimeterhoch aufgeschlickt werden. Bleibende Anlandungen lassen sich daher rasch erzielen, wenn man sie rechtzeitig bepflanzt, und die Pflanzungen gedeihen vorzüglich. Zum Baubezirke Tarnuw, der eine 65 km lange Weichselstrecke, sowie die unteren Strecken des Dunajec und der Wisloka umfaßt, gehören z. B. etwa 550 ha fiskalische Pflanzungen. Diese beiden Nebenflüsse bringen hauptsächlich feinen Sand, aber auch viele thonige Sinkstoffe in die Weichsel, die Nida und die aus dem südpolnischen Lößgebiete kommenden linksseitigen Flüsse sehr viel Schlick, die kleineren galizischen Gewässer vorzugsweise Sand. Der größte Theil der in Bewegung gebrachten Wander- und Sinkstoffe stammt jedoch wohl von den Auskolkungen der Sohle, den Verlegungen der Stromrinnen und den Uferabbrüchen her. Durch zahlreiche Baumstämme und Stubben im Strombett wird der Wasserverkehr namentlich bei Mendrzechuw (Km. 158) und unterhalb der Brenmündung (Km. 210/211) behindert.

3. Form und Bodenzustände des Stromthals.

Auf der linken Seite schließt die gegenüber der Dunajecmündung liegende Lößvorstufe bald wieder an das Höhenland, das bei Klonno (Km. 166/167) vom Strome bespült wird. Dann tritt dasselbe zurück und umschließt von der Nida bis oberhalb der Wschodnia, wo beim Vorwerk Winnica (Km. 220/221) der Strom nochmals links ein Hochufer besitzt, eine 5 bis 7 km breite eingedeichte Niederung. Jenseits des Wschodniathals ist der Strom vom Fuße des Höhenlandes bei Tursko-male (Km. 225) nur 0,5 km entfernt; gleich danach folgt eine durchschnittlich 3 km breite Niederung, welche von den bei Swiniary (Km. 243/4) vorspringenden flachen Anhöhen (mit Sandsteinbrüchen) auf etwa 1 km eingeschnürt wird. Unmittelbar an dieselbe reiht sich die 4 bis 5 km breite Niederung, welche die Koprzywianka und Gorycanka durchqueren, bis zu der malerisch aufgebauten Stadt Sandomjerz. Hinter üppigen Weidenhägern nähert sich die hohe, reich zerklüftete Thalwand dicht unterhalb dieser Stadt an den

kahlen, 80 bis 90 m hohen Pfefferbergen mit rutschigen Thongehängen der Weichsel unmittelbar (Km. 271/272,5). Von da bis Zawichost (Km. 288) dehnt sich vor dem Steilabfalle des Höhenlandes, das bei seinem Eintritt in das Russische Reich wieder bis an den Strom vorspringt, eine kleine Niederung von 3 km Breite aus. Alle diese Niederungen sind eingedeicht, wenn auch nur in unvollständiger Weise.

Auf der rechten Seite bleibt zwischen den breiten Thälern des Dunajec und der Wisloka der oft nur undeutlich ausgeprägte sandige Rand des höheren, welligen Flachlandes meist 10 bis 11, zuletzt fast 20 km von der Weichsel entfernt. Der südliche Theil dieser großen Ebene ist mit Diluvialsand und Torfmooren bedeckt, während das vorwiegend aus fruchtbarem Schlick bestehende Alluvium etwa 7 bis 8 km Breite hat, durchsetzt von inselähnlichen Diluvialbildungen, und nur beim Uebergange in jene Flußthäler größere Breite annimmt. Eine Diluvialinsel von sehr großer Ausdehnung ist der etwa 2 km breite flache, meist bewaldete Sandrücken, welcher das 2 bis 3 km breite Hauptstromthal von der ebenfalls zum natürlichen Ueberschwemmungsgebiete oder Rückstaugebiete der Weichsel gehörigen Bodensenke abtrennt, die vom Bren und seinem Nebenbache Zabnica durchflossen wird, und zwar in etwa 6 km Abstand parallel mit der Weichselstrecke Km. 173/209.

Am rechten Ufer der Wisloka steht das sandige Diluvialgelände von Zdakuw bis Przykop (Km. 227/238) etwa 4 bis 6 km vom Strome ab und wird dann vom Babulowkathale unterbrochen, das eine Verbindung des alluvialen Stromthales mit jener breiten Alluvialniederung herstellt, welche nun (parallel mit der Weichsel) nach der Lengmündung zieht. Zwischen dieser Niederung und dem eigentlichen Stromthale erhebt sich, stellenweise bis zu 40 m Höhe, die 3 bis 4 km breite, sandige Tarnobrzeger Bodenschwelle. Bei Sjedleszczany (Km. 247,5) bildet sie ein Hochufer und läßt von da bis Tarnobrzeg (Km. 255,3), wo ihr Steilhang auf wenige Meter an den Strom vortritt, eine schmale Niederung frei. Weiter nordwärts verläuft die Bodenschwelle flach in das Alluvialthal, das sich schon oberhalb Nadbrzezje mit der Niederung des Leng und weiterhin mit der Sanniederung vereinigt. Unterhalb Tarnobrzeg erweitert sich das natürliche Ueberschwemmungsgebiet rasch auf 6 bis 7 km Breite, bevor der Uebergang in das ebenso breite linksseitige Ueberschwemmungsgebiet des San erfolgt; das ganze Dreieck zwischen San und Weichsel bis in die Nähe von Tarnobrzeg und Rozwaduw hat früher bei großen Hochfluthen einen See gebildet. Dabei wurden 64 Ortschaften überschwemmt, deren Bewohner auf den Dachböden und Dächern Schutz gegen das Hochwasser suchen mußten. Unterhalb der Sanmündung ist dagegen das rechtsseitige Ueberschwemmungsgebiet nur 2 bis 3 km breit. Sämmtliche österreichische Niederungen sind mit hochwasserfreien Deichen geschützt.

Auch wenn man den schmalen Sandrücken zwischen Weichsel und Bren als Begrenzung des Thales betrachtet, beträgt die Breite zwischen dem beiderseitigen hochwasserfreien Gelände oberhalb der Wislokamündung überall 9 km und darüber, von Tursko-male bis zur Babulowkaniederung etwa 7 km, unterhalb derselben an der engsten Stelle zwischen Sjedleszczany und Swiniary 4,5 km, bei Tarnobrzeg 5,5, bei Sandomjerz 7 bis 8 und unterhalb der Sanmündung 6 km,

beim Zusammentreffen mit den Thälern der Nebenflüsse bedeutend mehr. Die Höhenlage in Bezug auf den Wasserspiegel vermindert sich im Allgemeinen von den oberen nach den unteren Theilstrecken, so daß die letzteren der Ueberschwemmungsgefahr in höherem Maße ausgesetzt sind. Beispielsweise standen im Juni 1884 in Folge der zahlreichen Deichbrüche ausgedehnte Flächen, namentlich auf der russischen Seite, 1 bis 2,5 m hoch unter Wasser.

Vielfach liegen die linksseitigen Niederungen am Fuße des Hügellandes tiefer als nach der Weichsel hin, so daß ihre Vorfluth erschwert ist, zumal sie von den Höhen viel Druckwasser erhalten. Große Flächen bestehen daher dort aus sumpfigen Torfwiesen, das breite Rehnengelände dagegen aus thonigem Schlick oder humosem lehmigem Sand, der sich vortrefflich zur Ackerwirthschaft eignet. Auch auf der rechten Seite besitzt das Wiesenland stellenweise große Ausdehnung, namentlich im Babulowkathale und in der vom Leng durchflossenen Niederung; jedoch sind die ehemals versumpften Flächen jetzt meist durch Abzugsgräben und Ausbau der Vorfluthgewässer genügend trocken gelegt. Der vielfach fette, theilweise auch sandige Lehmboden dient binnendeichs ganz überwiegend zum Ackerbau. Auf den Deichvorländern wird Ackerwirthschaft bloß in den höheren Lagen betrieben; Ansiedelungen kommen hier nur vereinzelt vor. Meist wird das Vorland als Wiese, Hutweide und zur Kultur von Weiden benutzt, die an manchen Stellen dichte Gehölze bilden. Auch schmale Auewälder besäumen zuweilen das Stromufer bis zu den Deichen hin.

II. Abflußvorgang.

1. Uebersicht.

Im Verein mit dem kleinen ungarischen Flächentheil, der dem Weichselstromgebiete angehört, bildet Galizien so recht eigentlich des Stromes Mutterland. Erst durch die Gebirgsflüsse Galiziens wird die Weichsel zum wirklichen Strome; erst durch jene nehmen ihre Hochfluthen, welche doch für die Natur des Abflußvorgangs immer das am meisten Ausschlaggebende sind, die ihnen eigenthümliche Form an, die der Hauptsache nach dann längs des weiteren Stromlaufes bestehen bleibt. Die Hochwasser der Kleinen Weichsel büßen, so stürmisch sie zunächst sind, auf der Flachlandstrecke des Flusses so viel von ihrer lebendigen Kraft und ihrer Fortpflanzungsgeschwindigkeit ein, daß der Anstieg des Wassers sich in der Oberen Weichsel wenigstens bei Sommerfluthen meist ziemlich unabhängig von ihnen vollzieht.

Die Obere Weichsel ist nun zwar, wie schon oben (S. 210) bemerkt wurde, was die Gestaltung des Stromlaufes und Stromthales anlangt, ebenfalls als ein Flachlandstrom zu bezeichnen; ihr Abflußvorgang erhält jedoch im Gegensatze hierzu sein Gepräge vorwiegend vom Gebirge her. Nimmt der Niederschlag auf dem Kamm des letzteren doch aller Wahrscheinlichkeit nach fast allenthalben einen Betrag von mehr als 1000 mm im Jahre an. Zwar, wenn man aus der Tabelle, in welcher die mittleren 24-stündigen Höchstwerthe des Niederschlages zusammengestellt sind (Tabellenband S. 38), etwa die Mittelwerthe aus den höchsten

Tagesniederschlägen der einzelnen Jahre herausgreift, findet man Beträge von mindestens 45 mm, abgesehen vom Gebiete der Kleinen Weichsel, nur noch in den Gebieten der Sola, Raba, des Dunajec und des San (Wislok). Doch ist mit Sicherheit anzunehmen, daß, wenn es nicht an Beobachtungsreihen von entsprechend gelegenen Punkten fehlte, diese Zusammenstellung auch die Skawa und Wisloka und damit alle größeren rechtsseitigen Nebenflüsse der Oberen Weichsel umfassen würde.

Den größten Regenfall haben die Monate Juni, Juli und August, was sich sowohl in den Monatssummen, wie in den mittleren Tagesgrenzwerthen derselben äußert. Weitaus die Mehrzahl der großen Sommerhochwasser tritt denn auch in dem genannten Hochsommer-Vierteljahr auf. Die Monate Mai und September bilden Uebergangszeiten mit etwas geringerem Regenfall und wesentlich selteneren, meist auch etwas weniger bedeutenden Anschwellungen.

Weit weniger als für die Hochwassererscheinungen ist der jahreszeitliche Regenfall dagegen für die durchschnittlichen Höhenänderungen maßgebend, die der Wasserspiegel im Kreislauf des Jahres erfährt. Denn trotz der Regenfülle des Sommers ist der Mittelwasserspiegel von der Beendigung der Schneeschmelze ab bis zum Herbst hin dauernd im Sinken begriffen. Je tiefer es dann in den Winter hineingeht, um so geringfügiger werden die Niederschläge. Obschon aber das Vierteljahr von Dezember bis Februar zum Jahresbetrage derselben nur etwa 15 % beisteuert (also kaum mehr als der Juli allein) und außerdem nur ein spärlicher Bruchtheil dieser Menge unmittelbar zum Abfluß kommt, beginnen die Wasserstände doch mit dem Eintritt der kälteren Jahreszeit sich allenthalben zu heben, wozu nicht nur die Verminderung der Verdunstung, sondern auch die Stauwirkung der Eisbedeckung beiträgt. Zuweilen wird der Strom um diese Jahreszeit auch schon durch vorzeitige Schmelzwasserfluthen angefüllt. Gewöhnlich aber hält das Thauwetter mit den es begleitenden großen Hochwassererscheinungen erst im März seinen Einzug, und auf den Bergen lagern auch dann noch eine geraume Zeit hindurch beträchtliche Schneemassen, deren allmählicher Uebergang in die flüssige Form den Wasserständen des Stromes bis in den Sommer hinein zu Gute kommt.

Schon im November tritt vielfach ein mehrtägiges Grundeistreiben ein; oft wird der Strom dann aber vorübergehend wieder ganz eisfrei, und eine Eisdecke von größerer Beständigkeit bildet sich meist erst im Dezember heraus. Seinen endgiltigen Abschluß erreicht der Eisstand gewöhnlich im März; in manchen Wintern erfährt der Eisstand indessen durch eine Auflösung der Eisdecke längere oder kürzere Unterbrechungen. Während des Eisganges treten stellenweise Eisversetzungen und Stopfungen auf, die den Wasserspiegel ganz unregelmäßig aufstauen und öfters große Gefahren hervorrufen, denen man durch Sprengungen zu begegnen sucht. Ziemlich bald auf den Eisgang pflegen dann eisfreie Frühjahrshochwasserwellen zu folgen, die sich viel gesetzmäßiger fortpflanzen und oft auch viel bedeutendere Abflußmengen mit sich führen als das Eisgangshochwasser.

2. Einwirkung der Nebenflüsse.

Unter den Gewässern, die sich mit dem Oberlauf des hier zu betrachtenden Stromabschnittes vereinigen, sind die Sola und die Skawa weitaus die be-

deutendsten. Sie sind es, von denen der Verlauf der sommerlichen Hochwasser bis zur Raba hin wesentlich abhängt; denn schon innerhalb eines Zeitraums von einem bis zu zwei Tagen nach einem starken Regenfall gelangen ihre Fluthwellen in den Strom, während die Fluthwellen der Kleinen Weichsel dessen Wasserspiegel meist schon im Sinken finden. Die Raba, der einzige größere Nebenfluß, den der Mittellauf der Oberen Weichsel von rechts her aufnimmt, ähnelt in ihrem Abflußvorgang und in der Art ihrer Einwirkung auf den Strom den erstgenannten Nebenflüssen in hohem Maße. Weshalb der erste Anstieg des Wassers in der Stromstrecke zwischen der Raba- und der Dunajecmündung zumeist durch die ebenfalls recht schnell in den Strom gelangende Welle der Raba hervorgerufen wird, ist auf S. 38 erwähnt. Bei den Frühjahrsanschwellungen verbleibt der Wasserspiegel der genannten Flüsse in wesentlich geringeren Höhen; das spätere und langsamere Verschwinden der Schneedecke von den Bergen bewirkt dagegen, daß die Niedrigwasserstände in der Oberen Weichsel meist erst merklich später eintreten als in der Kleinen Weichsel.

Von ganz besonderer Bedeutung ist in dieser Beziehung der Dunajec, der, gleichzeitig vom Hügel-, Gebirgs- und Hochgebirgsland gespeist, durchschnittlich vom März bis zum Juli hin seine reichste Wasserführung besitzt und im Verein mit der Raba die Wasserstände des Stromes unterhalb seiner Mündung während der Monate Mai bis Juli in einer Höhenlage erhält, wie sie oberhalb (etwa bei Krakau) um diese Jahreszeit nicht mehr zu finden ist. Die volle Bedeutung des Dunajec tritt jedoch erst bei den Sommerhochfluthen hervor, bei denen er eine geradezu beherrschende Stellung einnimmt. Nicht allein, daß er durch die Schnelligkeit, mit welcher die z. Th. aus der Biala kommende und z. Th. in seiner oberen Beskiden-Hauptstrecke rasch zusammenströmende Fluthwelle in die Weichsel hinabgelangt, die Führung des Hochwassers unmittelbar unterhalb seiner Einmündung an sich reißt; der Wasserreichthum dieser Fluthwelle bewirkt vielmehr, daß der Dunajec den von ihm im Strome erzeugten und von der Wisloka verstärkten Wellenscheitel auch über die Einmündung des San, des letzten und größten der Gebirgsflüsse, hinwegführt. Indessen wirkt der Grad der Erregung, in dem sich dieser Fluß befindet, doch recht merklich auf die weitere Höhe und Dauer der Hochfluthen ein.

Bezüglich der Wisloka sei nur noch bemerkt, daß ihr Abflußvorgang nicht mehr in dem Maße der eines Gebirgsflusses ist, wie dies von den westlicheren Flüssen gilt. Zu den Frühjahrsanschwellungen trägt sie dagegen mehr bei als diese, und zum großen Theil ist es auch wohl ihrer frühzeitigen Schmelzwasserführung zuzuschreiben, daß unterhalb ihrer Mündung bereits der Februar den Höchstwerth des mittleren Niedrigwassers besitzt. Auf die Einwirkung des San kommen wir bei Betrachtung des Weichselstroms in Russisch-Polen noch zurück.

Unter den linksseitigen Nebenflüssen sind vor Allem die Przemsza, Szreniawa, Nidzica, Nida und Wschodnia zu nennen. Von der Przemsza ist bekannt, daß sie bei niedrigem Wasser eine größere Abflußmenge als die Kleine Weichsel besitzt. Man wird dies dahin verallgemeinern können, daß bei länger andauernder Trockenheit der Strom überhaupt großentheils aus dem das Wasser langsamer abführenden Flachlande gespeist wird, und die Mittel- und Kleinwasserstände des Stromes dürften aller Wahrscheinlichkeit nach in hohem

Maße unter der Einwirkung der oben genannten und der galizischen Flachlandflüsse stehen. Für die Hochwassererscheinungen sind sie dagegen von untergeordneter Bedeutung; selbst bei den Anschwellungen im Frühjahr, die ihren Ursprung doch vielfach gerade in den flacheren Gebietstheilen finden, tritt kaum jemals eine Fluthwelle im Strome auf, die — sei es auch nur durch eine Aenderung ihrer Form — mit einiger Sicherheit auf die Einwirkung jener linksseitigen Zuflüsse deutete.

3. Wasserstandsbewegung.

Langjährige und durch Gleichzeitigkeit mit einander vergleichbare Wasserstandsreihen liegen für die Obere Weichsel von den vier Pegelstellen Krakau, Jagodniki, Szczucin und Dzikuw vor, über welche die näheren Angaben unten zusammengestellt sind. Die Beobachtungen sind unter amtlicher Aufsicht ausgeführt und auch amtlicherseits für die Jahre 1867/86 in den „Sprawozdanie komisyi fizyograficznej“ (Krakau), für die nächsten sechs Jahre in den „Stan wody na rzekach galicyjskich“ (Krakau und Lemberg), seit 1893 endlich in dem „Jahrbuch des k. k. hydrographischen Centralbureaus“ (Wien), in welchem die Lage des Krakauer Pegels unzutreffend auf Km. 76,5 angegeben ist, von Tag zu Tag veröffentlicht.

Pegelstelle	Km.	Höhenlage des Nullpunkts	Beobachtungen liegen vor seit
Krakau	78,5	+ 198,963	Januar 1831
Jagodniki	153,1	+ 173,519	Mai 1868
Szczucin	194,1	+ 162,445	Juli 1870
Dzikuw	255,3	+ 145,843	Januar 1867

Bis Ende 1859 ist ferner die Krakauer Beobachtungsreihe von Kolberg in seinem Werke über die Weichsel zum Abdruck gebracht. Außer den genannten werden noch zahlreiche Pegel am galizischen Ufer beobachtet, theilweise bereits seit längerer Zeit, sind jedoch für die nachfolgenden Betrachtungen nicht benutzt worden, weil die lücken- und zweifelfreien Beobachtungsreihen zu kurz sind, um mit den vier näher behandelten Reihen in Vergleich zu kommen. Beobachtungen liegen vor für Pustynia (Km. 0,5) seit 1887, Dwory (Km. 3,8) seit 1888, Smolice (Km. 23,4) seit 1893, Njepolomice (Km. 101,0) seit 1887, Sjeroslawice (Km. 130,5) seit 1887, Popendzynka (Km. 139,1) seit 1888, Karsy (Km. 166,0) seit 1884, Pawluw (Km. 177,8) seit 1894, Ostruwek (Km. 225,3) seit 1888, Niziny (Km. 229,7) seit 1891, Dambrowa-wrzawska (Km. 274,5) seit 1888, Chwalowice (Km. 284,9) seit 1888. Wieder aufgegeben sind die Pegel bei Popendzyna (Km. 135,4, beobachtet 1887/93) und Uscje-jesuickje (Km. 161,0, beobachet 1869/84). Vorübergehend haben Pegelablesungen stattgefunden bei Czernichuw (Km. 47,5) und Hubenice (Km. 172,0). Am russischen Ufer befinden sich Pegel bei Kozlica (Km. 105,1), Korczyn (Km. 168,9) und Sandomjerz (Km. 268,5).

Wenn eine größere Zahl heranziehbarer Beobachtungspunkte auch zweifellos erwünscht wäre, so sind die in der obigen Tabelle genannten Pegelstellen doch

andererseits glücklich vertheilt; denn bei Krakau haben sich mit dem Strome die Sola, Skawa und die allerdings wesentlich kleinere Skawinka vereint, die unter den bemerkenswertheren Zuflüssen von rechter Seite gewissermaßen eine in sich zusammengehörige Gruppe bilden. Die dann folgende Pegelstelle zu Jagodniki liegt von der Mündung des Dunajec gerade noch so weit entfernt, daß die dort angestellten Beobachtungen die Einwirkung der Raba erkennen lassen, ohne daß eine nennenswerthe Trübung des Bildes durch Hochwasser-Rückstau aus ersterem Flusse zu befürchten wäre. Zur Beurtheilung der Bedeutung, welche der Dunajec, dieser in seiner Art wichtigste Nebenfluß des Stromes, für dessen Abflußvorgang besitzt, bietet die Beobachtungsreihe für Szczucin Gelegenheit, wobei freilich hervorzuheben ist, daß zwischen dieser Pegelstelle und der Einmündung des Dunajec sich auch die Nida in den Strom ergießt und dessen Entwässerungsgebiet um einen Flachlandantheil vermehrt, der immerhin mehr als halb so groß ist wie das Einzugsgebiet des Dunajec. An der Pegelstelle zu Dzikuw bei Tarnobrzeg steht der Strom nahe davor, im San das letzte Speisewasser aus dem Gebirge zu empfangen, das ihm jedoch in Folge der gewaltigen Lauflänge dieses Flusses und des großen Flachlandantheiles seines Gebietes weitaus nicht mehr mit der Wildheit etwa der Beskidenflüsse zuströmt.

Den einzelnen Wasserstandsangaben wohnt nicht ganz dieselbe Genauigkeit inne, mit welcher die Bewegung der Wasserstände im Kreislauf des Jahres zu ermitteln ist. Doch sind glücklicherweise wenigstens für die Pegelstelle Krakau mit ihrer so werthvollen langjährigen Beobachtungsreihe die in der Höhenlage des Pegels vorgenommenen Veränderungen genau bekannt. Dagegen steht z. B. für Dzikuw zwar fest, daß der Pegel zwischen den Ablesungen am 20. und am 21. September 1888 um 8,3 cm gehoben wurde, doch war über das Nähere (ob es sich hierbei um eine Berichtigung der Höhenlage oder die Einführung einer neuen Normallage handelte) kein Aufschluß zu gewinnen, und somit bleiben alle Ablesungen bis zum Jahre 1888 mindestens um den oben angegebenen Betrag unsicher.

Betrachtet man die Tabelle für die Monatswerthe und Hauptzahlen des Zeitraums 1871/95 nebst den zugehörigen Abb. 5 bis 8, so zeigt sich, daß bei Krakau (und zwar gilt dies auch für den 66-jährigen Durchschnitt) das mittlere Hochwasser des Winters etwas höher ist, als dasjenige des Sommers. Die Reihe für Krakau schließt sich also in dieser Beziehung nicht, wie man erwarten könnte, an die Wasserstandsreihen für die Sola und Skawa, sondern an diejenigen für die Przemsza und die Flachlandstrecke der Kleinen Weichsel an. Doch darf man hieraus nicht auf eine innere Gleichartigkeit schließen. Denn das mittlere Hochwasser des Sommers würde sich für die Pegelstelle Krakau zweifellos merklich höher stellen, wenn nicht die aus der Kleinen Weichsel herabkommenden Wassermassen bei Hochfluthen der genannten Jahreshälfte in ihrer Flachlandstrecke so lange zurückgehalten würden, bis der durch die Sola und Skawa im Strome hervorgerufene Wellenscheitel bereits bei Krakau vorübergegangen ist.

Bei Jagodniki kommt dagegen auch die Raba zur Geltung, und da diese ihre Fluthwelle mit denen der Sola und Skawa theilweise vereinigt, so strömt nach starken Gebirgsregen an der genannten Pegelstelle so viel Wasser auf einmal vorüber, daß

1871/95	Krakau MNW m	Krakau MW m	Krakau MHW m	Jagodniki MNW m	Jagodniki MW m	Jagodniki MHW m	Szczucin MNW m	Szczucin MW m	Szczucin MHW m	Dzikuw MNW m	Dzikuw MW m	Dzikuw MHW m
November . . .	— 0,83	— 0,59	— 0,08	— 0,24	0,03	0,53	— 0,40	— 0,09	0,51	— 0,38	— 0,09	0,46
Dezember . . .	— 0,81	— 0,47	0,34	— 0,22	0,16	0,82	— 0,42	0,03	0,77	— 0,33	0,00	0,63
Januar	— 0,70	— 0,34	0,52	— 0,05	0,33	1,08	— 0,25	0,18	1,06	— 0,15	0,22	1,01
Februar	— 0,68	— 0,23	0,80	— 0,03	0,40	1,32	— 0,12	0,39	1,35	**0,08**	0,48	1,63
März	— 0,64	**— 0,05**	**1,42**	0,06	**0,78**	**2,11**	— 0,03	**0,83**	**2,19**	0,07	**0,86**	**2,24**
April	**— 0,61**	— 0,22	0,56	**0,10**	0,54	1,35	**0,02**	0,57	1,61	0,01	0,51	1,45
Mai	— 0,80	— 0,35	0,67	— 0,14	0,36	1,30	— 0,23	0,41	1,61	— 0,25	0,29	1,25
Juni	— 0,88	— 0,37	0,82	— 0,22	0,35	1,51	— 0,29	0,36	1,86	— 0,29	0,26	1,54
Juli	— 0,92	— 0,49	0,69	— 0,22	0,21	1,26	— 0,35	0,20	1,73	— 0,38	0,12	1,29
August	— 0,94	— 0,51	0,46	— 0,30	0,18	1,14	— 0,43	0,13	1,32	— 0,48	0,01	0,99
September . . .	— 0,97	— 0,67	0,12	— 0,39	— 0,02	0,76	— 0,56	— 0,15	0,76	— 0,64	— 0,25	0,53
Oktober	— 0,88	— 0,58	0,09	— 0,30	0,06	0,78	— 0,48	— 0,07	0,84	— 0,52	— 0,13	0,70
Winter	— 0,95	— 0,30	1,93	— 0,35	0,37	2,53	— 0,53	0,32	2,55	— 0,49	0,33	2,75
Sommer . . .	— 1,06	— 0,49	1,87	— 0,48	0,19	2,52	— 0,65	0,15	3,23	— 0,69	0,05	2,51
Jahr	— 1,08	— 0,40	2,62	— 0,52	0,28	3,16	— 0,71	0,23	3,65	— 0,74	0,19	3,18

		Krakau	Jagodniki	Szczucin	Dzikuw
1871/95	Tiefststand	— 1,93 m 4. 6. 7. Sept. 1895	— 0,79 m 23. Dezember 1873	— 1,03 m 27. November 1892	— 1,07 m 2. 3. Sept. 1890
	Höchststand	4,32 m 11. März 1888	4,38 m 21. Juni 1884	4,90 m 21. August 1872	4,32 m 21. 22. Juni 1884
Beginn bis 1896	Tiefststand	— 1,93 m 4. 6. 7. Sept. 1895	— 0,79 m 23. Dezember 1873	— 1,03 m 27. November 1892	— 1,07 m 2. 3. Sept. 1890
	Höchststand	4,90 m Aug. 1813 *)	4,38 m 21. Juni 1884	4,90 m 21. August 1872	4,32 m 21. 22. Juni 1884

das mittlere Hochwasser des Sommers dem des Winters schon nahezu gleichkommt. Am bemerkenswerthesten ist das Verhältniß letzterer beiden Größen bei Szczucin, wo das mittlere Hochwasser des Sommers sich um 0,7 m oder 16 % der mittleren Jahresschwankung über das des Winters erhebt, ebenso wie der entsprechende Werth beim Dunajec für die Pegelstelle Zabno 15 % beträgt, an den oberhalb gelegenen Pegelstellen aber sogar noch größer ist. Die Einwirkung, welche dieser Fluß auf den Weichselstrom ausübt, tritt also, obschon in die betreffende Stromstrecke auch die ganz anders geartete Nida einmündet, außerordentlich deutlich zu Tage. Als Ursachen, denen jenes Ueberwiegen des Sommerwerthes zuzuschreiben ist, sind außer der auf S. 38/39 genannten noch zu erwähnen: einerseits das späte Hinaufdringen eines die Schneedecke verzehrenden Thauwetters ins Hochgebirge, andererseits die hier ganz besonders starken Sommerregen, die namentlich dann gefährlich werden, wenn sie die Berge noch mit Schnee bedeckt treffen und auch den in diesem aufgespeicherten Wasservorräthen nun plötzlich den Weg zu Thale eröffnen. Andererseits tritt im

*) Regelmäßige Beobachtungen fanden damals noch nicht statt. Wahrscheinlich ist der Höchststand am 28. August eingetreten. Von anderer Seite wird die Höhe auf 4,95 m angegeben, während Kolberg sie auf 15½ Wiener Fuß = 4,90 m angiebt.

Hochgebirge zuweilen auch frühzeitiger Schneefall ein, z. B. Mitte August 1899 nach ungewöhnlicher Hitze ein von empfindlicher Kälte begleitetes Schneewetter, das die Spitzen und Thäler der Tatrakette mit glitzerndem Neuschnee bedeckte.

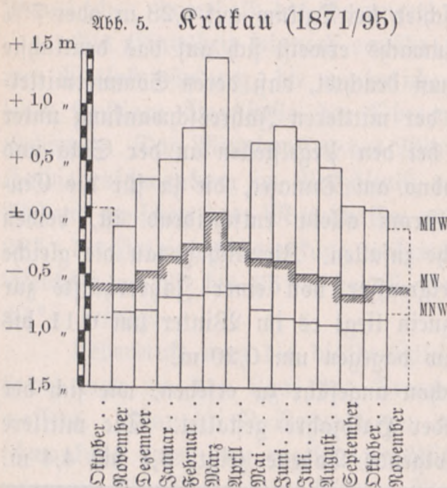


Abb. 5. Krakau (1871/95)

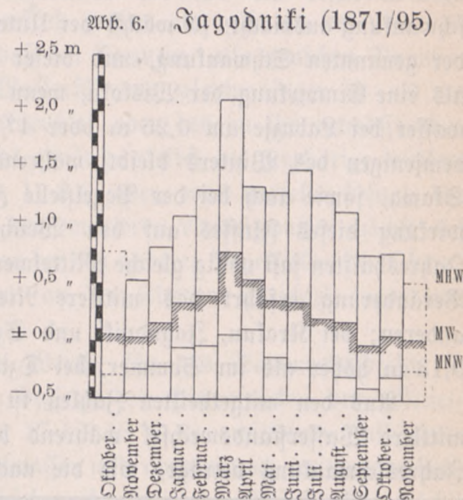


Abb. 6. Jagodniki (1871/95)

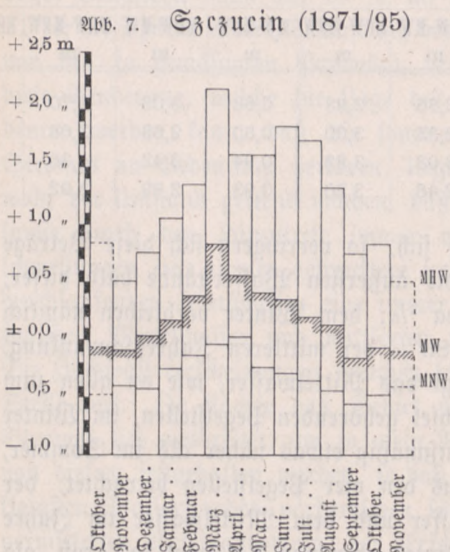


Abb. 7. Szczucin (1871/95)

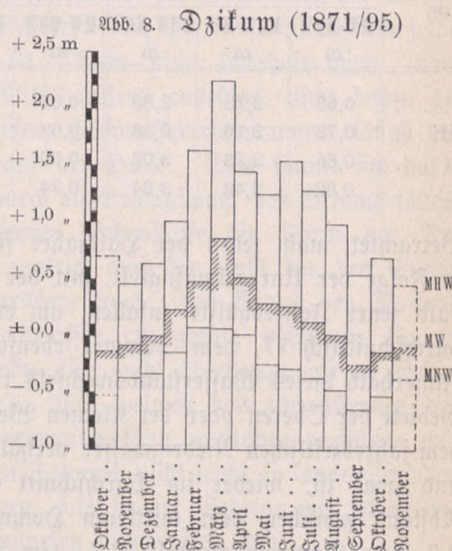


Abb. 8. Dzikuw (1871/95)

Bei Dzikuw überwiegt wieder das winterliche Hochwasser des Stromes. Dies könnte zunächst überraschen, da der weitaus wichtigste unter den in die Zwischenstrecke des Stromes einmündenden Nebenflüssen, die Wisloka, ebenso wie der Dunajec den höheren Werth des mittleren Hochwassers im Sommer zeigt. Doch findet gerade bei der einzigen Pegelstelle an der Wisloka, die für diese Frage in Betracht kommt, bei dem rasch ansteigenden Sommerhochwasser ein starker örtlicher Aufstau statt, bei dem die abfließende Wassermenge geringer bleibt, als man nach der bloßen Höhe der Wasserstände vermuthen möchte.

In der Stromstrecke unterhalb der Wislokamündung nimmt auch das Mittelwasser des Sommers eine merklich tiefere Lage ein als vorher. Denn liegt es an den Pegelstellen zu Krakau, Jagodniki und Szczucin um 0,17 bis 0,19 m tiefer als das des Winters, was 4 bis 5 % der mittleren Jahresschwankung ausmacht, so wächst der Unterschied bei Dzikuw auf 0,28 m oder 7 % der genannten Schwankung, und dieser Zuwachs erweist sich auf das deutlichste als eine Einwirkung der Wisloka, wenn man beachtet, daß deren Sommermittelwasser bei Labuzje um 0,25 m oder 4 % der mittleren Jahresschwankung unter demjenigen des Winters bleibt, während bei den Pegelstellen an der Sola und Skawa, sowie auch bei der Pegelstelle Zabno am Dunajec, die ja für die Einwirkung dieses Flusses auf den Weichselstrom allein entscheidend ist, beiden Jahreshälften fast völlig gleiche Mittelwerthe zufallen. Ziemlich genau die gleiche Veränderung erfährt das mittlere Niedrigwasser von einer Jahreshälfte zur anderen; bei Krakau, Jagodniki und Szczucin liegt es im Winter um 0,11 bis 0,13 m höher als im Sommer, bei Dzikuw dagegen um 0,20 m.

Aus den mitgetheilten Zahlen ist schon ungefähr zu ersehen, wie sich der mittlere Wasserstandswechsel während beider Halbjahre gestaltet. Die mittlere Jahresschwankung beträgt, wie die nachfolgende Tabelle zeigt, 3,7 bis 4,4 m.

1871/95	Winter			Sommer			Jahr			
	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	HHW-NNW m
Krakau . .	0,65	2,23	2,88	0,57	2,36	2,93	0,68	3,02	3,70	6,25
Jagodniki .	0,72	2,16	2,88	0,67	2,33	3,00	0,80	2,88	3,68	5,17
Szczucin . .	0,85	2,23	3,08	0,80	3,08	3,88	0,94	3,42	4,36	5,93
Dzikuw . .	0,82	2,42	3,24	0,74	2,46	3,20	0,93	2,99	3,92	5,39

Betrachtet man jedes der Halbjahre für sich, so verringern sich diese Beträge in Folge der Unregelmäßigkeit, mit der die äußersten Wasserstände bald dieser, bald jener Jahreshälfte zufallen, um etwa $1/5$; dem Winter verbleiben nämlich durchschnittlich 77, dem Sommer ebenso 83 % der mittleren Jahresschwankung. Innerhalb dieses Wasserstandswechsels liegt das Mittelwasser, wie an allen zum Gebiete der Oberen oder der Kleinen Weichsel gehörenden Pegelstellen, im Winter dem jahreszeitlichen Niedrigwasser verhältnißmäßig etwas näher als im Sommer, und zwar ist, wieder im Durchschnitt aus den vier Pegelstellen betrachtet, der Abstand zwischen dem mittleren Hochwasser und dem Mittelwasser im Jahre 3,7=, im Sommer ebenfalls 3,7=, im Winter aber nur 3,0= mal so groß als derjenige zwischen dem Mittelwasser und dem entsprechenden mittleren Niedrigwasser. Im Gegensatze hierzu ist jedoch der absolute Abstand zwischen dem Mittelwasser und dem mittleren Niedrigwasser an allen vier Pegelstellen im Winter etwas größer als im Sommer (durchschnittlich 0,76 m im Winter und 0,70 m im Sommer). Das seltenere Auftreten der tieferen Wasserstände im Winter kommt also dem Mittelwasser in etwas höherem Maße zu Gute, als dem mittleren Niedrigwasser. Letzteres ist im Durchschnitt aus den vier Pegelstellen im Winter nur um 0,14 m, das Mittelwasser dagegen 0,20 m höher als im Sommer. Die Linien für die Häufigkeit der Wasserstände müssen also von einem Halbjahr

zum anderen nicht allein eine Verschiebung um eine gewisse Höhenstufe zeigen, sondern außerdem auch noch eine Aenderung ihrer Gestalt. Und in der That ist, wie hier schon vorweg bemerkt sei, die Zahl der Wasserstände, die etwa nur um einen Meter oder einen Bruchtheil desselben über den Tiefststand der Jahreshälfte hinausgehen, innerhalb des Sommers merklich größer als während des Winters.

Als Einzelheit sei noch erwähnt, daß bei Szczucin, also zwischen Dunajec- und Wislokamündung, die winterliche Wasserführung gleichmäßiger ist als an jeder sonstigen Pegelstelle der Oberen Weichsel oder des zu ihr entwässernden Gebietes. Das Mittelwasser des Winters theilt dortselbst die zugehörige mittlere Halbjahrsschwankung im Verhältniß von 1 : 2,6, oder, was dasselbe besagt, der Abstand zwischen dem Mittelwasser und dem mittleren Niedrigwasser wächst auf 28 % der Halbjahrsschwankung, während er bei den anderen Pegelstellen der Oberen Weichsel nur 23 bis 25 %, bei N.-Berun an der Kleinen Weichsel sogar nur 20 % beträgt.

Ueberblickt man die diesbezüglichen Werthe für das Sommerhalbjahr, so findet man ein den Lauf des Stromes begleitendes Hinaufrücken des Mittelwassers. Denn bei N.-Berun liegen nur 17 bis 18 % der mittleren Halbjahrsschwankung unter dem zugehörigen Mittelwasser und an den noch weiter oberhalb gelegenen Pegelstellen der Kleinen Weichsel noch weniger. Bei Krakau wächst dieser Bruchtheil dann auf 19 %, an den nächsten beiden Pegelstellen auf 22 und 21 %; bei Dzikuw endlich beläuft sich der Bruchtheil auf 23 %, ein Werth, der selbst von der so gemäßigten Przemsza bei Kl.-Chelm nicht überholt wird. Daß diese Aenderung, welche die Lage des Mittelwassers vollführt, nicht dahin gedeutet werden kann, daß die sommerlichen Hochwassererscheinungen längs des Stromes an Bedeutung verlören, liegt auf der Hand. Eher könnte sich darin wohl der Umstand geltend machen, daß durch die Ermäßigung des Stromgefälles, sowie durch den Hinzutritt immer weiterer Nebenflüsse die Form der Anschwellungen eine immer gestrecktere und zugleich auch die Zahl der den Strom durchlaufenden Fluthwellen eine immer größere wird, was beides den Abstand zwischen Mittelwasser und mittlerem Hochwasser ein wenig verkürzen könnte. Die Hochwassererscheinungen sprechen hierbei aber wohl überhaupt erst an zweiter Stelle mit. Je flacher das Gebiet wird, über welches das Gewässernetz des Stromes sich ausbreitet, um so mehr Regenwasser kann im Boden versickern und von diesem festgehalten werden, so daß im Sommer nicht leicht so lange Perioden kleinsten Wasserstandes vorherrschen können, wie sie im Gebirge mit seiner unvermittelten Aufeinanderfolge der Erscheinungen nicht selten sind.

Die in der Tabelle auf S. 234 zu findenden Angaben über die äußersten Wasserstandsschwankungen für 1871/95 sind nicht ganz vergleichbar, obschon ihnen an allen Pegelstellen der gleiche 25-jährige Zeitraum zu Grund liegt. Der bei Krakau angegebene Höchststand war nämlich mit Eisgang verbunden, während er an den übrigen Pegelstellen dem Sommerhalbjahr angehört. Den höchsten bekannt gewordenen eisfreien Wasserstand brachte indessen, wenn man nicht über das Jahr 1871 zurückgeht, wie bei Jagodniki und Dzikuw, so auch bei Krakau das Hochwasser vom Juni 1884, und zwar mit 4,10 m am Pegel. Unter Einführung dieses Werthes würde sich die Gesammtschwankung

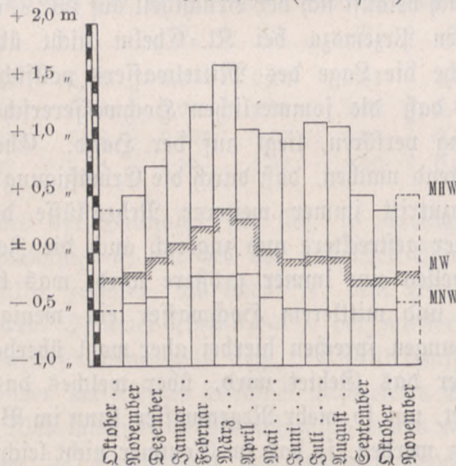
während der Jahre 1871/95 auf 6,03 m ermäßigen. Auch diesem Betrag haftet vielleicht noch ein kleiner Bestandtheil an, der von der allgemeinen, am Schlusse dieses Abschnittes näher erörterten Senkung des Wasserspiegels herrührt.

Auf die durchschnittliche Bewegung der Wasserstände im Kreislaufe des Jahres sind derartige einseitige Veränderungen der Wasserspiegelhöhe ohne Einwirkung, und so können für diese Frage auch die 66-jährigen Werthe für Krakau unbedenklich herangezogen werden. Die beigegebenen Abbildungen enthalten außer den vier 25-jährigen Reihen auch diese langjährige Krakauer Reihe (Abb. 9). Außerdem sind im Tabellenbande die Mittel- und Grenzwerthe für alle Halbjahre und Jahre des Zeitraums 1846/95 mitgetheilt.

Krakau 1831/96	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
MNW (m)	— 0,44	— 0,39	— 0,28	— 0,21	— 0,21	— **0,19**	— 0,40	— 0,50	— 0,51	— 0,52	— 0,55	— 0,51	— 0,56	— 0,65	— 0,71
MW (m) .	— 0,18	— 0,05	0,08	0,22	**0,38**	0,29	0,02	— 0,07	— 0,04	— 0,05	— 0,25	— 0,23	0,12	— 0,10	0,01
MHW (m)	0,50	0,76	0,97	1,27	**1,63**	1,08	1,04	0,95	1,13	1,10	0,50	0,37	2,38	2,31	2,88

Beobachteter Tiefststand — 1,93 m September 1895. Beobachteter Höchststand 4,48 m 21. Juli 1845.

Abb. 9. Krakau (1831/96)



Die vorstehenden langjährigen Werthe zeigen, wie das Jahr in einen winterlichen Abschnitt mit aufsteigenden und einen sommerlichen mit absteigenden Wasserständen zerfällt. Am schnellsten, in nur fünf Monaten, vollzieht sich der Anstieg beim mittleren Hochwasser, bei dem er erst im Oktober anhebt und im März endet. Das Mittelwasser erreicht seinen Tiefstwerth bereits im September, und bei ihm umfassen die Zeiten der Hebung und Senkung gerade ein halbes Jahr. Bemerkenswerth ist, daß letztere nur bis auf 0,26 m unter das Gesammtmittel (0,01 m) geht, der Märzwerth sich dagegen 0,37 m darüber erhebt. Beim mittleren Niedrigwasser, das innerhalb der Jahresreihe überhaupt nur um 0,36 m schwankt, wächst die Zeit des Anstiegs noch um einen weiteren Monat, da sein Höchstwerth, wie es so oft der Fall ist, erst auf den April rückt. Hier-

von abgesehen, weisen die drei Mittelwerthslinien auch in ihrem Abstiege während der anderen Jahreshälfte große Aehnlichkeit mit einander auf. Beim mittleren Hochwasser findet die Senkung hauptsächlich von dem eigentlichen Hochwassermonat März zu dem nur noch den Nachschub der Schneeschmelze aufnehmenden Nachbarmonat April, alsdann wieder vom Monat August zu dem viel wasserärmeren Uebergangsmonat September statt. Das Mittelwasser wird dagegen durch das Schmelzwasser so lange in seiner erhöhten Frühjahrslage erhalten, daß der Hauptabstieg erst zwischen April und Mai eintritt, während die hier etwas geringere zweite Hauptsenkung dann ebenfalls zwischen August und September erfolgt. Zwischen diese beiden Absenkungen tritt sowohl beim mittleren Hochwasser, wie beim Mittelwasser eine durch die Sommerregen und Sommerhochwasser bedingte kleinere Erhebung ein, die ihren Höhepunkt im Juli hat, sich aber auch auf den August erstreckt. Auf das mittlere Niedrigwasser der einzelnen Monate wirken diese Sommerregen nur ganz unerheblich ein, da die durch sie erzeugten Hochfluthen zu kurz sind, um die Wasserstände eines ganzen Monats zu beherrschen. So zeigt diese Größe dann nur eine einmalige, vom April bis Juni dauernde große Senkung, in der sich die letzte Abgabe des von der Schneeschmelze herrührenden Wassers kundgiebt. So unerheblich dann aber die Unterschiede zwischen den übrigen Sommermonaten auch sind, so tritt der September doch deutlich als wasserärmster Monat hervor.

In den nur 25-jährigen Reihen (Abb. 5 bis 8), denen naturgemäß mancherlei Zufälligkeiten anhaften, begegnet man der kleinen sommerlichen Erhebung beim Mittelwasser überhaupt nicht mehr, und beim mittleren Hochwasser rückt sie auf den Juni, ohne daß dies aus den normalen Regenverhältnissen erklärt werden könnte. Man wird also annehmen dürfen, daß auch an den Pegelstellen Jagodniki und Dzikuw, deren Reihen ja mit derjenigen von Krakau eine große Aehnlichkeit zeigen, bei einer genügenden Anzahl von Jahren der Höchstwerth des mittleren Hochwassers dem Juli und nächst ihm dem August zufallen würde, und ebenso würde dann wohl der kleine Nebenanstieg des Mittelwassers wieder zu Tage treten. Für die Pegelstelle Szczucin ist dies mit weniger Wahrscheinlichkeit zu behaupten; bei dieser ist die Aehnlichkeit mit dem Bilde für Krakau ja auch am geringsten. War oben hervorzuheben, daß allein an dieser Pegelstelle das mittlere Sommerhochwasser bedeutend über demjenigen des Winters liegt, so zeigt sich im Einklang damit die weitere Erscheinung, daß der mittlere Juni-Höchststand hier dem des März ganz wesentlich näher kommt als an den übrigen Pegelstellen.

In den Hauptzahlen für das Jahr und die Jahreshälften bestehen naturgemäß zwischen den nur 25-jährigen und den langjährigen Werthen bei Krakau nicht so verhältnißmäßig erhebliche Unterschiede, wie in den Monatsmitteln. Die Gegenüberstellung beider Werthreihen zeigt vielmehr hauptsächlich eine durch die Senkung der Wasserstände bedingte tiefere Lage der 25-jährigen Mittelwerthe, während die Schwankungen in beiden Reihen fast genau die gleichen sind. Bemerkenswerth ist namentlich die Erscheinung, daß die äußerste Schwankung in dem 66-jährigen Zeitraum nur ganz unwesentlich größer ist, als in dem 25-jährigen, da der Wasserspiegel trotz der allgemeinen, schon mehrfach erwähnten Vertiefung des Flußbettes neuerdings zuweilen noch ebenso hohe Lagen annimmt als früher.

Die allgemeine Senkung des Wasserspiegels tritt dagegen aufs deutlichste hervor, wenn man den Zeitraum 1831/95 in Abschnitte von je fünf Jahren zerlegt und für jeden derselben sein Mittelwasser berechnet:

	1831/35	1836/40	1841/45	1846/50	1851/55	1856/60	1861/65
MW (m)	0,45	0,49	0,38	0,45	0,44	0,05	—0,06

	1866/70	1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
MW (m)	—0,09	—0,10	—0,05	—0,35	—0,59	—0,89.

Diese Zahlen stellen gleichzeitig nahezu die Abweichungen der einzelnen Fünfjahrsmittel vom Mittelwasser der Gesammtzeit 1831/95 dar, da letzteres nahezu auf Null liegt. Bis 1860 liegen also alle Einzelmittel über dem Gesammtmittel, nachher aber sämmtlich darunter; die Senkung beginnt aber schon vorher, um die Mitte der fünfziger Jahre, und zwar liegt gerade das Jahresmittel für 1856 um 0,68 m unter demjenigen des vorangegangenen Jahres, während sonst in der ganzen Beobachtungsreihe eine auch nur annähernd so bedeutende Verschiedenheit in den Mitteln zweier auf einander folgender Jahre nicht wieder vorkommt. Allerdings handelt es sich hierbei nicht allein um eine Folgeerscheinung der auf S. 216/8 erwähnten Begradigung; der Umstand, daß unterhalb der im Jahre 1854 gebauten Eisenbahnbrücke eine Entfernung von Pfahlresten aus dem Flußbett und Räumungsarbeiten vorgenommen wurden, kommt für die Erklärung jener Senkung noch nicht in Frage. Denn auch für die Mittlere und die Untere Weichsel bilden die Jahre 1855/56 eine ganz ähnliche Ausnahme. So liegt z. B. auch an der Pegelstelle Warschau das Mittelwasser des Zeitraumes 1856/60 um rund 0,4 m unter dem Mittelwasser für 1851/55, und ebenso erstreckt sich die Senkung des Wasserspiegels auch hier bis in die sechziger Jahre hinein. Wohl aber bewirkte die örtliche Ausräumung und Begradigung des Strombettes der Oberen Weichsel, daß der Wasserspiegel bei Krakau nachher nicht wieder bis zu seiner früheren Durchschnittshöhe emporzusteigen vermochte. Die oben angeführte Mittelwerthsreihe schließt mit einem Betrage für 1891/95 ab, der, hauptsächlich wohl in Folge des 1882 bei Dambje ausgeführten Durchstiches, um 0,84 m unter dem ihm um 15 Jahre vorangehenden Zahlenwerth liegt, während der entsprechende Unterschied an der zur Vergleichung geeignetsten Pegelstelle Jagodniki nur 0,12 m, bei Warschau aber nur 0,05 m ausmacht.

Mit noch etwas schärferer Ausprägung vollzog sich bei Krakau die Senkung des Kleinwasserspiegels:

	1831/35	1836/40	1841/45	1846/50	1851/55	1856/60	1861/65
MNW (m)	—0,14	—0,31	—0,32	—0,40	—0,30	—0,54	—0,65
NNW (m)	—0,42	—0,55	—0,47	—0,45	—0,34	—0,58	—0,71

	1866/70	1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
MNW (m)	—0,68	—0,79	—0,76	—0,88	—1,29	—1,69
NNW (m)	—0,82	—0,95	—0,84	—1,06	—1,51	—1,93.

Das mittlere Niedrigwasser nimmt also nur zweimal von einem Jahrfünft bis zum nächsten zu, sonst immer ab, doch wieder in verschiedenem Maße: in den ersten 45 Jahren beträgt die Erniedrigung insgesammt nur 0,62 m, in den letzten 15 dagegen 0,93 m, und ungefähr um die Summe dieser Beträge liegt auch das

Kleinstwasser der Jahre 1891/95 unter demjenigen des Jahrfünfts 1831/35. Für die Betrachtung der höheren Wasserstände ist es rathsamer, etwas längere Zeiträume zusammenzufassen, da sonst zu viel Zufälligkeiten unausgeglichen bleiben. Das Ergebniß ist hier ein wesentlich anderes:

	1831/55	1856/80	1881/95
MHW (m)	3,43	2,66	2,44
HHW (m)	4,48	3,63	4,32

Es zeigt sich also, daß eine Mittelwerthsbildung aus vielen Jahren auch hierbei zu absteigenden Werthen führt, daß andererseits aber neuerdings noch nahezu so hohe Lagen des Wasserspiegels vorkommen wie in früheren Zeiten; freilich werden ihnen größere Abflußmengen entsprechen. Selbstverständlich muß die Vertiefung der Stromsohle auf die Senkung des Niedrig- und Mittelwassers eine größere Einwirkung als auf die Tieferlegung des Höchststandes einer Hochfluth ausüben. Da in einer größeren Zahl aufeinander folgender Jahre aber stets ein ansehnlicher Bruchtheil ohne große Hochwasser zu bleiben pflegt, so wird es erklärlich, daß die Mittelwerthe der Jahreshöchststände die Senkung wieder zum Ausdruck bringen. Doch wirkt auf diese Zahlen die Häufigkeit der größeren Hochwasser augenscheinlich sehr viel mehr ein als die Tieferlegung des Wasserspiegels; denn sonst müßte auch bei ihnen der überwiegende Bruchtheil der Senkung erst den letzten Jahrzehnten zufallen, während das Umgekehrte der Fall ist.

Etwas geringere Aenderungen des Wasserspiegels, die wohl mit dem Fortschreiten der wandernden Sände zusammenhängen, zeigen sich auch in den Fünfjahrsmitteln für Jagodniki, Szczucin und Dzikuw. Der Unterschied zwischen je zwei benachbarten Jahrfünften beträgt durchschnittlich 9 bis 14 cm, bald Hebung, bald Senkung ohne Regelmäßigkeit. Offenbar hat man es dabei nur mit vorübergehenden Erscheinungen zu thun, wogegen die ausgesprochene Senkung bei Krakau eine dauernde ist.

MW	1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
Jagodniki (m) .	0,23	0,40	0,27	0,24	0,28
Szczucin (m) .	0,27	0,39	0,25	0,14	0,11
Dzikuw (m) . .	0,35	0,34	0,29	—0,09	0,05

4. Häufigkeit der Wasserstände.

Auf die Häufigkeit der Wasserstände werfen schon die Ausführungen des vorigen Abschnittes manches Schlaglicht. So steht z. B. zunächst die Häufigkeit, mit welcher der Jahreshöchststand den beiden Jahreshälften zufällt, zu dem mittleren Hochwasser derselben in enger Beziehung. Bei Krakau und Jagodniki tritt der Jahreshöchststand fast genau ebenso oft im Winter wie im Sommerhalbjahre ein, wie für erstere Pegelstelle sowohl aus der nur 25- wie aus der vieljährigen Reihe zu ersehen ist. Bei Szczucin verbleiben dagegen dem Winterhalbjahr in Folge der Einwirkung des Dunajec nur $^2/_5$ aller Höchststände, während bei Dzikuw das Verhältniß durch die Zunahme des Flachlandsgebietes gerade den umgekehrten Werth ($^3/_5$ im Winterhalbjahr und nur $^2/_5$ im Sommerhalbjahr) annimmt. So eng sich nun aber diese Verhältnisse an die mittleren Hochwasser an-

lehnen, so tritt darin eine bemerkenswerthe Abweichung zu Tage, daß die dem Sommerhalbjahr zufallenden Jahreshöchstständе an allen vier Pegelstellen einen höheren Mittelwerth aufweisen als die übrigen, und zwar beläuft sich der Unterschied (für 1871/95) bei Krakau, Jagodniki und Dzikuw auf ein bis zwei Dezimeter, bei Szczucin aber in Folge der durch den Dunajec bewirkten Vermehrung der sommerlichen Wasserführung sogar auf etwa $^3/_4$ m. Zieht man, um für die einzelnen Monate nicht gar zu zufällige Werthe zu gewinnen, aus allen vier Pegelstellen die Summe für 1871/95, so findet man folgende Vertheilung der Jahreshöchststände, die von selbst gleich eine prozentische ist:

Novbr.	Dezbr.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
0	0	5	9	**25**	11	11	21	7	9	2	0	50	50	100

Der Verlauf der Zahlen ist also ein recht regelmäßiger. Die Herbst- und Frühwintermonate Oktober bis Dezember bleiben von dem Jahreshöchststande ganz frei; bis zum März hin steigt dann die Wahrscheinlichkeit des Eintritts des Jahreshöchststandes, und zwar beträgt sie im März mit 25 % eben so viel, wie in den Nachbarmonaten Januar, Februar und April zusammengenommen. Einen zweiten Höchstwerth, der hinter demjenigen des März nicht wesentlich zurückbleibt, fällt dem Juni zu. Doch ist es ein bloßer Zufall, daß gerade dieser Monat und nicht etwa der Juli oder August ihn aufweist.

Verfährt man in entsprechender Weise mit den Tiefstständen der vier Pegelstellen, so findet man für den Sommer eine dreimal so große Wahrscheinlichkeit für den Eintritt des Jahrestiefststandes als für den Winter, und zwar zeigt diese Wahrscheinlichkeit während des Sommers folgenden Verlauf (%):

Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Sommer
2	5	11	18	**26**	13	75

Der Rest fällt vorwiegend dem November zu (14 bis 15 %), während für März und April zusammen nur eine Wahrscheinlichkeit von 1 % verbleibt. Besonders tritt also das Vorwalten tieferer Wasserstände in den Monaten August und September hervor. In der langjährigen Reihe für Krakau steht dabei der erstgenannte Monat (mit 23 %) an erster Stelle, und ihm folgen die übrigen Monate des Jahres dann mit den beistehend angegebenen Werthen:

% des	Novbr.	Dezbr.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
NNW	9	4	1	1	0	1	6	12	13	**23**	18	12	16	84	100
HHW	1	5	12	12	**17**	6	14	12	8	9	4	0	53	47	100

Für die Pegelstelle Jagodniki ist auch ermittelt worden, welche Anzahl von Wasserständen innerhalb des Zeitraumes 1871/95 den einzelnen, je 20 cm umfassenden Stufen angehörte. Daß gerade die genannte Beobachtungstelle in dieser Hinsicht als Vertreterin der Oberen Weichsel gewählt wurde, hat seinen Grund darin, daß bei ihr die Fünfjahrsmittel des Wasserstandes am wenigsten auf eine Höhenänderung des Wasserspiegels in auf- oder absteigender Richtung deuten, während derartige Aenderungen, deren Nachweisung an dieser Stelle nicht beabsichtigt ist, ja die Gestalt der Häufigkeitslinie stets verzerren müssen.

Das Ergebniß der Auszählung ist im Tabellenbande auch monatsweise mitgetheilt, während hier die Zahlen für das Jahr und die beiden Halbjahre wiedergegeben sind. Bezüglich der Herleitung der zweiten, auf der folgenden Seite abgedruckten Tabelle sei auf S. 196 verwiesen.

Jagodniki 1871/95 Stufen	Beobachtete Anzahl von Wasserständen:			Prozentische Häufigkeit der Wasserstände:		
	Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr
4,00 m und höher . .	—	3	3	—	0,1	0,0
ausschl. 4,00 m bis 3,80 m einschl.	1	2	3	0,0	0,0	0,0
„ 3,80 „ 3,60 „	1	5	6	0,0	0,1	0,1
„ 3,60 „ 3,40 „	2	4	6	0,0	0,1	0,1
„ 3,40 „ 3,20 „	3	9	12	0,1	0,2	0,1
„ 3,20 „ 3,00 „	13	11	24	0,3	0,2	0,3
„ 3,00 „ 2,80 „	14	11	25	0,3	0,2	0,3
„ 2,80 „ 2,60 „	12	8	20	0,3	0,2	0,2
„ 2,60 „ 2,40 „	17	18	35	0,4	0,4	0,4
„ 2,40 „ 2,20 „	40	20	60	0,9	0,4	0,7
„ 2,20 „ 2,00 „	38	26	64	0,8	0,6	0,7
„ 2,00 „ 1,80 „	55	26	81	1,2	0,6	0,9
„ 1,80 „ 1,60 „	53	37	90	1,2	0,8	1,0
„ 1,60 „ 1,40 „	72	55	127	1,6	1,2	1,4
„ 1,40 „ 1,20 „	106	85	191	2,3	1,9	2,1
„ 1,20 „ 1,00 „	141	103	244	3,1	2,2	2,7
„ 1,00 „ 0,80 „	242	165	407	5,4	3,6	4,4
„ 0,80 „ 0,60 „	390	279	669	8,6	6,1	7,3
„ 0,60 „ 0,40 „	499	388	887	11,0	8,4	9,7
„ 0,40 „ 0,20 „	864	609	1473	19,1	13,2	16,1
„ 0,20 „ 0,00 „	785	648	1433	17,3	14,1	15,7
„ 0,00 „ —0,20 „	603	822	1425	13,3	17,9	15,6
„ —0,20 „ —0,40 „	447	740	1187	9,9	16,1	13,0
„ —0,40 „ —0,60 „	104	475	579	2,3	10,3	6,3
„ —0,60 „ —0,80 „	29	51	80	0,6	1,1	0,9
Gesammtzahl	4531	4600	9131	100,0	100,0	100,0

Sowohl in den Reihen für die Jahreshälften, wie in derjenigen für das gesammte Jahr nimmt also die Häufigkeit der Wasserstände von der niedrigsten überhaupt vorkommenden Lage des Wasserspiegels an bis nicht ganz zu dem be-

Prozentsatz aller Wasserstände, die unter der angegebenen Höhe verblieben.

Höhe m	Winter %	Sommer %	Jahr %	Höhe m	Winter %	Sommer %	Jahr %
HHW	100,0	100,0	100,0	1,60	94,5	96,1	95,3
3,80	100,0	99,9	99,9	1,40	92,9	94,9	93,9
3,60	100,0	99,8	99,9	1,20	90,6	93,0	91,8
3,40	99,9	99,7	99,8	1,00	87,5	90,8	89,1
3,20	99,8	99,5	99,7	0,80	82,1	87,2	84,7
3,00	99,6	99,3	99,4	0,60	73,5	81,2	77,4
2,80	99,2	99,0	99,1	0,40	62,5	72,7	67,6
2,60	99,0	98,8	98,9	0,20	43,4	59,5	51,5
2,40	98,6	98,5	98,5	0,00	26,1	45,4	35,8
2,20	97,7	98,0	97,9	—0,20	12,8	27,5	20,2
2,00	96,9	97,5	97,2	—0,40	2,9	11,4	7,2
1,80	95,7	96,9	96,3	—0,60	0,6	1,1	0,9

treffenden Mittelwasser hinauf beständig und ziemlich rasch zu, dann aber wesentlich langsamer ab. Im Sommer liegt jedoch die größte Häufigkeit bereits etwas tiefer unter dem zugehörigen Mittelwasser als im Winter. Doch haften dem am häufigsten eintretenden Wasserstande oder Scheitelwerth (SW) auch hier wieder recht große Zufälligkeiten an, wie die beigefügte kleine Tabelle zeigt:

Jagodniki 1871/95	NNW m	MNW m	SW m	GW m	MW m	MHW m	HHW m
Winter . . .	— 0,79	— 0,35	0,24	0,27	0,37	2,53	3,90
Sommer . . .	— 0,75	— 0,48	— 0,14	0,07	0,19	2,52	4,38
Jahr	— 0,79	— 0,52	0,21	0,18	0,28	3,16	4,38

So liegt der Scheitelwerth im Winter um 0,13, im Sommer um 0,33 m unter dem zugehörigen Mittelwasser, in der Reihe für das ganze Jahr aber nicht um einen Zwischenwerth, sondern nur um etwa 0,07 m, was darauf zurückzuführen ist, daß die Häufigkeitsreihe für das Jahr sich aus zwei ganz verschieden verlaufenden Halbjahrsreihen aufbaut. Die Häufigkeitslinien für die beiden Halbjahre schneiden einander nämlich ziemlich genau bei Pegelnull, und zwar in dem Sinne, daß die tieferen Wasserstände im Sommer, die höheren aber bis ungefähr zur Höhe des mittleren Jahreshöchststandes (3,16 m) hinauf im Winter häufiger sind. Der Unterschied ist ein so beträchtlicher, daß 45,4 % aller sommerlichen, dagegen nur wenig mehr als halb so viel (26,1 %) aller winterlichen Wasserstände unter Pegelnull verbleiben. Mit der Erhebung über diesen Werth vermindert sich der prozentische Unterschied zwischen beiden Halbjahren mehr und mehr; so bleiben unter 1,0 m im Winter 87,5 % aller Wasserstände und im Sommer nur noch 3,3 % mehr, also 90,8 %. Bei der Höhe von 2 m am Pegel, welche überhaupt nur noch von etwa 3 % aller Wasserstände überschritten wird, sinkt der entsprechende Unterschied zwischen den beiden Halbjahren schon auf den Bruchtheil eines Prozentes. Die höheren Wasserstände überhaupt sind zu selten, als

daß eine nur 25-jährige Reihe auch für sie noch als maßgebend angesehen werden könnte.

Wie oben erwähnt ist, treten Wasserstände unter Pegelnull im Sommer, über Pegelnull aber im Winter häufiger auf. Betrachtet man die einzelnen Monate darauf hin, so findet man folgenden Prozentsatz der jedesmaligen Gesammtzahl der Wasserstände unter Pegelnull, sowie unter 1 m und unter 2 m am Pegel.

Höhe m	%	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
0,00	%	52,7	38,5	19,6	20,8	9,5	15,6	29,1	34,6	43,9	47,1	**63,3**	54,5	26,1	45,4	35,8
1,00	%	**96,9**	95,5	90,1	88,0	70,7	83,8	88,9	86,8	89,5	89,4	94,4	95,7	87,5	90,8	89,1
2,00	%	**100,0**	99,6	98,6	96,5	91,7	94,9	96,6	95,2	97,3	96,9	99,1	99,6	96,9	97,5	97,2

In diesen Reihen treten besonders die Monate September bis November und der März hervor. Während in den erstgenannten Monaten der Wasserstand an der Mehrzahl aller Tage unter Null bleibt und also auch der gewöhnliche Wasserstand diese Lage einnimmt, ist im März die Wahrscheinlichkeit für das Vorkommen eines Wasserstandes unter Null nur gleich 9,5 %, der gewöhnliche Wasserstand aber ungefähr gleich 0,64 m, und fast noch 30 % aller Tage dieses Monats haben einen Wasserstand von 1 m am Pegel oder darüber, während sonst mit Ausnahme des dem März etwas verwandten April höchstens etwa 13 % der Wasserstände eines Monats diese Lage erreichen. Für die Verschiedenheit, die zwischen den sonst so ähnliche Verhältnisse aufweisenden Monaten September bis November besteht, ist es bezeichnend, daß im September sowohl die Wasserstände unter 0,0 m, wie diejenigen über 1,0 m und 2,0 m am Pegel häufiger sind, als in den beiden anderen Monaten. (Für Krakau würde sich eine entsprechende Erscheinung nachweisen lassen). Aus den Witterungsverhältnissen, die im September zu herrschen pflegen, wird es auch leicht verständlich, daß der Strom in diesem Monat einerseits ganz besonders häufig unter Wasserarmuth zu leiden hat, andererseits aber doch auch etwas häufiger wenigstens mittelhohe Anschwellungen erfährt, als in den folgenden Herbstmonaten. Kann man sich doch gerade im September oft wochenlang einer heiteren, warmen Witterung erfreuen, welche nicht selten sogar in eine kaum noch erfreuliche Hitze ausartet und an den Wasservorräthen im Boden um so stärker zehrt, als der Regenfall mit dem Fortschritt der Jahreszeit im Allgemeinen ein immer mäßigerer wird. Aber gerade weil die Septembertage so oft noch sommerlich schön zu sein pflegen, kommt es in diesem Monat öfters auch zu heftigeren atmosphärischen Entladungen, welche die Wasserläufe rasch ufervoll machen und vielleicht auch noch die angrenzenden Niederungen mit einer Wasserfluth überdecken. Je weiter der Herbst dann vorrückt, um so seltener treten diese unliebsamen Wahrzeichen des Sommers in die Erscheinung. Um schließlich noch ein Beispiel hierfür anzuführen: In den 28 Jahren 1869/96 wurde bei Jagodniki während des November niemals ein höherer Wasserstand als 1,90 m am Pegel ver-

zeichnet, und auch an den übrigen Pegelstellen liegt der Höchststand des November merklich unter demjenigen der übrigen Monate. Die Häufigkeitszahlen für den Dezember schließen sich denen für die vorangehenden drei Herbstmonate ziemlich eng an. Erst im Januar wachsen die Wasserstände erheblicher; man wird dies indessen weniger einer vermehrten Wasserzufuhr, als einem Aufstau der Wasserstände durch das Eis zuzuschreiben haben.

5. Wassermengen.

Auf S. 213, 219 und 225 sind in runden Zahlen die Wassermengen angegeben, welche für die Berechnung der Querschnittsflächen bei Normalwasser zu Grunde gelegt worden sind. Diese Zahlen beruhen auf den in nachfolgender Tabelle mitgetheilten Messungen der Abflußmenge, welche in den Jahren 1885/88 mit dem hydrometrischen Flügel an verschiedenen Orten, zumeist bei niedrigen Wasserständen, ausgeführt worden sind.

Ort	Km.	Tag	Wasserstand		Mittlere Geschw.	Wassermenge
			am Pegel	m	m/sec	cbm/sec
Brzoszkowice . .	0,9	20. 10. 1885	Pustynia	2,12	0,72	39
„ . .	„	28. 9. 1887	„	2,41	0,70	58
„ . .	„	13. 11. 1888	„	1,98	0,62	27
Dwory . . .	3,8	21. 10. 1885	Dwory	— 0,21	0,66	54
„	„	29. 9. 1887	„	0,05	0,76	81
„	„	14. 11. 1888	„	— 0,37	0,51	35
Podolsze . . .	19,1	1. 10. 1887	„	0,04	0,70	77
„ . . .	„	3. 11. 1888	„	— 0,40	0,56	38
Smolice . . .	23,4	4. 10. 1887	Krakau	— 0,58	0,70	78
„ . . .	„	10. 11. 1888	„	— 0,68	0,68	64
Kopanka . . .	57,1	31. 10. 1888	„	— 0,83	0,62	54
Tynjec	64,1	7. 10. 1887	„	— 0,39	0,75	104
„	„	30. 10. 1888	„	— 0,92	0,67	52
Krakau	78,8	17. 10. 1885	„	— 0,52	0,67	97
„	„	12. 10. 1887	„	— 0,21	0,85	144
„	„	25. 10. 1888	„	— 0,90	0,47	55
Pasternik . . .	100,3	9. 8. 1888	Njepolomice	3,48	1,06	368
„ . . .	„	11. 8. 1888	„	3,20	0,96	277
„ . . .	„	28. 10. 1888	„	1,86	0,51	45
Sjeroslawice . .	130,6	13. 8. 1888	Sjeroslawice	0,39	0,78	192
„ . .	„	2. 10. 1888	„	— 0,51	0,59	49
Popendzyna . .	136,8	16. 8. 1888	Popendzyna	0,02	0,67	113
„ . .	„	3. 10. 1888	„	— 0,55	0,58	52
Nowopole . . .	158,1	27. 9. 1888	Jagodniki	— 0,19	0,57	110
Klonno	166,8	29. 8. 1888	Karsy	— 0,22	0,60	150
Kanna	175,3	31. 8. 1888	Szczucin	— 0,30	0,65	136
Otalenz . . .	211,7	3. 9. 1888	„	0,58	0,97	293
Ostruwek . . .	226,0	13. 9. 1888	„	0,12	0,65	220
Njekurza . . .	227,6	14. 9. 1888	Dzikuw	— 0,24	0,68	213
Mjechocin . . .	254,7	17. 9. 1888	„	— 0,28	0,60	195
Dambrowa . .	274,6	21. 9. 1888	„	— 0,47	0,49	152
Damrbowka . .	280,5	22. 9. 1888	Chwalowice	1,16	0,28	143

Zum Verständniß dieser Tabelle sei bemerkt, daß die entsprechenden Normalwasserstände auf 2,03 m bei Pustynia, — 0,25 m bei Dwory, — 0,65 m bei Krakau, 2,12 m bei Njepolomice, — 0,25 m bei Sjeroslawice, — 0,11 m bei Popendzyna und Jagodniki, — 0,07 m bei Karsy, — 0,18 m bei Szczucin (vgl. S. 225), — 0,20 m bei Dzikuw und etwa 2,0 m bei Chwalowice anzunehmen sind. Wenn man die aus den bezeichneten Messungen ermittelten Abflußmengen bei Normalwasser in Vergleich mit dem Flächeninhalte des zugehörigen Niederschlagsgebiets bringt, so ergeben sich die nachstehend aufgeführten sekundlichen Abflußzahlen. Dabei ist zu beachten, daß der Normalwasserstand durchschnittlich etwa 0,3 m unter dem Jahres-Mittelwasser und 0,5 m über dem mittleren Niedrigwasser des Jahres liegt.

Ort	Abflußmenge	Gebietsfläche	Abflußzahl
Unterhalb der Przemszamündung	31 cbm/sec	3911 qkm	7,9 l/qkm
„ „ Skawamündung .	62 „	6789 „	9,1 „
„ „ Rabamündung .	90 „	10 720 „	8,4 „
„ „ Dunajecmündung .	167 „	19 771 „	8,4 „
„ „ Wislokamündung .	222 „	30 430 „	7,3 „
„ „ Sanmündung . .	318 „	50 145 „	6,3 „

Sämmtliche Angaben über die Abflußmenge sowohl für die Weichsel als auch für ihre galizischen Nebenflüsse, welche in den folgenden Kapiteln mitgetheilt werden, sind auffallend groß im Verhältniß zu den auf umfangreicheren Messungen beruhenden Ermittlungen für andere Ströme. Dasselbe gilt auch bezüglich der früher bereits erwähnten Annahme über die Abflußmengen beim größten Hochwasser und die zugehörigen Abflußzahlen.

Ort	Abflußmenge	Gebietsfläche	Abflußzahl
Pegelstelle Krakau	2140 cbm/sec	7978 qkm	0,27 cbm/qkm
Unterhalb der Rabamündung .	2715 „	10 720 „	0,25 „
„ „ Dunajecmündung	4467 „	19 771 „	0,23 „
„ „ Wislokamündung	5841 „	30 430 „	0,19 „
„ „ Sanmündung .	7632 „	50 145 „	0,15 „

Messungen der Abflußmenge bei großem Hochwasser lassen sich in der Oberen Weichsel wohl nur bei Krakau ausführen, da weiter unterhalb der Strom nirgends ein einigermaßen geschlossenes Hochwasserbett besitzt. Bei Krakau sind denn auch bis zum Pegelstande 4,10 m Messungen ausgeführt worden, bei den höheren Wasserständen mit Schwimmern zwischen der Franz-Josephs- und der unteren Eisenbahnbrücke. Die nach den Ergebnissen von 13 zwischen — 1,00 und + 4,10 m a. P. aufgetragene Wassermengenlinie beginnt mit 30 und endigt mit 1570 cbm/sec. Um die beim Hochwasser von 1813, der höchsten bekannten Fluth, abgeflossene Wassermenge annähernd festzustellen, wurde die Linie bis 4,95 m verlängert und die Größtmenge auf 2140 cbm/sec ermittelt. Nach dieser Zahl und nach der von Iszkowski („Beitrag zur Ermittlung der Niedrigst-, Normal- und Höchstwassermengen“, Wien 1886) angegebenen Formel sind die übrigen Größtmengen für die einzelnen Gebietsabschnitte berechnet worden.

III A. Wasserwirthschaft im Stromlaufe.
(Strombauten, Fischereiverhältnisse, Wasserverkehr.)

1. Vorgeschichte und Ziele des Ausbaues der Oberen Weichsel.

In früheren Jahrhunderten bildete die Weichsel eine für die damalige Zeit wichtige Wasserstraße. Zahlreiche Zeugnisse liegen darüber vor, daß sie einen beträchtlichen Verkehr aufgenommen hat. Außer Krakau waren namentlich die an der Nida-Mündungsstrecke gelegene, früher bedeutende Stadt Nowogrud-Korczyn und die oberhalb der Sanmündung liegende Stadt Sandomjerz Handelsplätze von Wichtigkeit. Man darf aber hieraus nicht folgern, daß im 14. bis 16. Jahrhundert, als der Wasserverkehr auf der Oberen Weichsel in Blüthe stand, die Schiffbarkeit des Stromes wesentlich besser als jetzt gewesen und etwa durch seine zunehmende Verwilderung allmählich verschlechtert worden sei. Vielmehr läßt der Zustand des Schiffsverkehrs auf der einzigen Strecke, auf welcher er ohne längere Unterbrechung bis in die Neuzeit erhalten blieb, nämlich von der Przemsza bis Krakau, darauf schließen, daß er immer nur mit kleinen Fahrzeugen betrieben und häufig behindert worden ist. Im heutigen Sinne war die Obere Weichsel auch früher gewiß ein kümmerlicher Verkehrsweg, aber doch der weitaus beste zu einer Zeit, als es in Südpolen ständig fahrbare Landstraßen kaum gab.

Durch die unausgesetzten politischen Wirren, die mit der Auftheilung des polnischen Königreichs an die Nachbarstaaten abschlossen, und nach der Theilung durch die von diesen Staaten errichteten Zollschranken ging die Schiffahrt fast ganz ein. Um sie wieder zu beleben, erschien der planmäßige Ausbau des Stromes erforderlich. Die ersten Vorarbeiten hierfür fanden schon zu Ende des vorigen und im Anfange dieses Jahrhunderts statt. Bis in die fünfziger Jahre gelangten jedoch nur einige unbedeutende Bauten von örtlicher Wirksamkeit zur Ausführung. Erst eine 1856 von der Lemberger Handels- und Gewerbekammer erfolgte Anregung gab Anlaß, daß dem Weichselstrome seitens der österreichischen Reichsregierung größere Aufmerksamkeit zugewandt wurde. Jedoch beschränkten sich ihre Maßnahmen zumeist auf die Räumung des Strombettes von den die Schiffahrt gefährdenden Baumstämmen und auf die Bepflanzung der in den übermäßig breiten Strecken vorhandenen Sandbänke. Wie noch jetzt auf vielen Stellen, bestand damals die ganze Obere Weichsel aus Ueberbreiten mit Untiefen und aus scharfen Krümmungen, die sich stetig veränderten, aus zahlreichen Spaltungen und Nebenarmen mit raschem Wechsel der Lage und des Gefälles. Daß dauernde Hülfe nur mit einem durchgreifenden Ausbaue nach einheitlichem Plane geschaffen werden könne, lag auf der Hand.

Um den Dampferverkehr, der seit den fünfziger Jahren von Warschau aus bis Zawichost betrieben wurde, auf den österreichisch-russischen Grenzstrom weiter zu leiten, beabsichtigte man, zunächst die unterste Strecke von Zawichost aufwärts auszubauen. Zur Gewinnung der Unterlagen für die Bearbeitung eines einheitlichen Planes wurden daher 1864 von den beiden betheiligten Staats-

regierungen Untersuchungen veranlaßt, auf deren Grund im Jahre 1872 ein Staatsvertrag abgeschlossen ward, welcher den gemeinsamen Ausbau des 185 km langen Weichsellaufs von Njepolomice bis Zawichost und der etwa 20 km langen Grenzstrecke des San zum Gegenstand hatte.

Bis zum Jahre 1891 wurden die Strombauten nach Maßgabe der verfügbaren Geldmittel unter Zugrundelegung der 1864 vorläufig festgestellten Normalbreiten und sonstigen, die Schiffahrt und den Uferschutz betreffenden Bestimmungen ausgeführt, wobei im Einzelnen die von den zeitweise zusammentretenden internationalen Kommissionen getroffenen Vereinbarungen den Vorgang regelten. Hauptsächlich baute man an den vorzugsweise vom Stromangriffe bedrohten Stellen, also namentlich in den Gruben der scharfen Krümmungen, und vermied die Ausführung von Werken auf der gegenüber liegenden Stromseite thunlichst, weil die Normalbreite zu wenig sicher ermittelt war. Die hierbei gewonnenen Erfahrungen, ferner die Wasserstandsbeobachtungen an den inzwischen errichteten Pegeln, die Messungen der Abflußmenge, sowie die Aufnahme von Stromkarten und Nivellements ermöglichten im Jahre 1889, einen genauen Plan für den weiteren Ausbau zu bearbeiten, das sogenannte „hydrotechnische Operat". Die hiernach ermittelten Normalbreiten sind erheblich kleiner als sie 1864 angenommen worden waren. Nachdem dieser Plan die Billigung der internationalen Kommission von 1891 gefunden hatte und nach seiner Genehmigung durch die beiden Staatsregierungen, gilt er als Grundlage für den Ausbau der ganzen Oberen Weichsel, erstreckt sich also auch auf den vollständig innerhalb Oesterreichs gelegenen, 103 km langen Stromlauf von der Przemszamündung bis Njepolomice.

Beim Abschlusse des Staatsvertrags von 1872 waren hauptsächlich folgende Gesichtspunkte maßgebend: „1. Die erheblichen Schädigungen und Verluste der Grundbesitzer in den Weichselniederungen, die jährlich im Durchschnitt den Betrag von 225 000 Rubel erreichen und eine Folge der Eisstopfungen und Hochfluthen sind, durch die das fruchtbare Ufergelände des Stromes in weiter Ausdehnung zerstört wird, können nur durch planmäßigen Ausbau und Eindeichung des Strombettes verhütet werden. — 2. Der Bau von Landstraßen im Weichselthal ist wegen des Mangels an den dazu erforderlichen Baustoffen mit großen Kosten verknüpft. Dagegen wird durch Schiffbarmachung des Stromes der billigste und bequemste Weg zur Verfrachtung der landwirthschaftlichen Erzeugnisse gewonnen. — 3. Nach erfolgtem Ausbau der Weichsel und des San kann letzterer Fluß durch einen Kanal, dessen Länge nicht mehr als etwa 65 km betragen wird, mit dem Dnjestr verbunden werden. Dieser Strom bildet eine 1175 km lange Wasserstraße bis zum Schwarzen Meere, deren Schiffbarkeit mit verhältnißmäßig geringen Aufwendungen verbessert werden könnte. Die Vortheile, welche durch eine derartige Verbindung der Ostsee und der Städte Danzig und Warschau einerseits, mit Galizien, Südrußland und dem Schwarzen Meere andererseits erwachsen, stehen außer jedem Zweifel und müssen einen segensreichen Einfluß auf die Produktion und die internationalen Handelsbeziehungen der Nachbarreiche ausüben. — 4. Nach Verbesserung der Schiffbarkeit der Weichsel eröffnet sich (in Verbindung mit dem durch Preußen und

Oesterreich gemeinsam bewirkten Ausbaue der unteren Przemsza) für die dortigen russischen Steinkohlengruben ein ungehinderter Absatz nach Galizien und Russisch-Polen."

Die zuletzt erwähnte Voraussetzung ist bis zu gewissem Grade bereits eingetreten, da thatsächlich der Ausbau des Przemszaflusses gerade den russischen Kohlengruben des Dombrowaer Reviers zum Vortheil gereicht. Die bezeichnete Kanalverbindung zwischen Weichsel und Dnjestr war schon im 16. Jahrhundert geplant worden. Genauere Erhebungen erfolgten im Jahre 1812 und kamen zum Ergebniß, daß ein vom Dnjestr durch das Wiszniathal nach dem San führender Kanal auf 68,3 km Länge 32 Schleusen mit 81 m Gefälle erhalten müsse. Ein 1883 bearbeiteter Entwurf sieht auf 67,5 km Länge 26 Schleusen mit 78 m Gefälle vor. Eine Verwirklichung des Gedankens dürfte jedoch kaum in Betracht kommen, bevor nicht nur der Ausbau des San, der Weichsel und des Dnjestr in den galizischen Strecken weiter fortgeschritten, sondern auch die Schiffbarmachung der genannten beiden Hauptströme innerhalb Rußlands sichergestellt ist, wozu wenig Aussicht besteht. Allerdings bieten die geringe Höhe der europäischen Hauptwasserscheide zwischen Wisznia und Dnjestr, sowie das schwache Gefälle des Wiszniathals und des unteren San für eine solche Wasserstraße recht günstige Verhältnisse, zumal der Kanal ohne Scheitelhaltung aus dem wasserreichen oberen Dnjestr abgeleitet und beliebig gespeist werden könnte.

Als Ziel des Ausbaues war 1864 eine Mindest-Fahrtiefe von 0,9 m bei Mittelwasser, das damals bei Krakau auf Pegelnull und bei Zawichost auf 1,20 m a. P. lag, angenommen worden. Die Normalbreiten hatte man von Njepolomice bis zur Raba auf 95 bis 140, von da bis zum Dunajec auf 140 bis 215, von da bis zur Wisloka auf 215 bis 275, von da bis zum San auf 275 bis 350, von da bis Zawichost auf 350 bis 360 m vorläufig festgestellt. Nach den Ermittlungen von 1889 wäre durch eine engere Einschränkung eine bedeutend größere Tiefe zu erreichen: bei dem durchschnittlich etwa 0,3 m unter Mittelwasser liegenden sogenannten Normalwasserstande angeblich 1,26 bis 1,60 m, also rund 1,6 bis 1,9 m Tiefe unter Mittelwasser. Auf Grund jener Ermittlungen sollen nämlich die Normalbreiten betragen von Njepolomice bis zur Raba 86, von da bis zum Dunajec 98 bis 107, von da bis zur Wisloka 151 bis 168, von da bis zum San 185 bis 192 und unterhalb des San 231 m. Sie sind also in der obersten Grenzstrecke 9 m, in den folgenden Strecken aber 40 bis über 100 m kleiner angenommen als 1864. Trotzdem wird man schwerlich die bezeichnete Tiefe mit den jetzt zur Ausführung kommenden Einschränkungsbauten dauernd erhalten können.

Vor 1891 wurden fast ausschließlich nur einseitige Werke zur Verhütung der fortschreitenden Verwilderung angelegt: vorzugsweise Uferdeckwerke und Parallelwerke mit Querwerken (Traversen). In den Gruben der Krümmungen werden solche auch jetzt angewandt, und man würde sie an den vorspringenden Ufern gleichfalls anwenden, wenn es nicht zu unsicher wäre, ob die nunmehr gültigen Normalbreiten zur Erzielung einer angemessenen Mindest-Fahrtiefe ausreichen. Um von den früher angenommenen Abmessungen auf die jetzigen überzugehen, behält man die bereits gebauten Werke in den Gruben möglichst bei,

was jedoch nicht immer angeht. Beispielsweise hat man in der Versuchstrecke bei Sandomjerz vor das ältere, auf der österreichischen Seite vorhandene Parallelwerk ein zweites in 91 m Abstand vorlegen müssen, um die neue Normalbreite von 189 m zu erhalten. Zur Vermeidung ähnlicher Fälle für die Zukunft werden gegenwärtig die vorspringenden Ufer mit Buhnen ausgebaut.

Von 1873 bis 1890 waren am russischen Ufer 6,9 km Deckwerke, 23 km Parallelwerke und 15,5 km Querbauten (Traversen und Buhnen) hergestellt worden, ferner am österreichischen Ufer 9,4 km Deckwerke, 33,5 km Parallelwerke und 16,9 km Querbauten. Von 1891 bis 1895 wurden auf der russischen Seite 3,4 km Deckwerke, 1,7 km Parallelwerke und 14,4 km Querbauten (besonders viele Buhnen) zur Ausführnng gebracht, ferner auf der österreichischen Seite 3,6 km Deckwerke, 14,4 km Parallelwerke und 8,3 km Querbauten. Beiderseitig ausgebaut waren bis Anfang 1896 nur die schon erwähnten Versuchstrecken unterhalb Njepolomice, bei Przykop und bei Sandomjerz. Bis zum Jahre 1900 will man möglichst die ganze Strecke von Njepolomice bis Nowe-Brzesko (Km. 103/123), ferner den Stromlauf unterhalb der Nidamündung (Km. 175/183) und von Sandomjerz bis Zawichost (Km. 268/288), auf letzterer Strecke zur Erleichterung des regelmäßigen Dampferverkehrs zwischen Sandomjerz und Warschau, mit beiderseitigen Werken ausbauen.

2. Russische Strombauten an der Oberen Weichsel.

Die Ausführung der Bauten auf der russischen Seite wird durch Bauunternehmer nach vorheriger öffentlicher Verdingung bewirkt. Die Kosten trägt der Staat; jedoch müssen die Anlieger in Folge der ihnen obliegenden Scharwerksverpflichtung eine bestimmte Anzahl von Arbeitern unentgeltlich stellen. Zur Leitung der Bauten stehen dem Chefingenieur der ersten Schiffahrtsdistanz (Morgi—Zawichost) als Beamte nur ein Bauführer, drei Hülfstechniker, vier Stromaufseher und zwei Praktikanten zur Verfügung, als Transportmittel ein Regierungsdampfer, der aber bei niedrigen Wasserständen über die Untiefen nicht wegkommen kann. Früher wurden die Werke ausschließlich im Packwerkbau hergestellt; jedoch steigerte sich der Preis der Faschinen allmählich derart, daß man mehr und mehr zum Steinbau überzugehen genöthigt war, wo sich Steine irgend beschaffen lassen. Durch das langwierige Verdingungsverfahren und die kurze Fristbemessung in den Bauverträgen kommen die Arbeiten gewöhnlich erst sehr spät im Jahre zum Angriff, und es müssen dann plötzlich so große Massen von Steinen gleichzeitig angeliefert werden, daß ihr Preis (auch zum Nachtheile der österreichischen Bauten) ebenfalls bedeutend steigt. Ungünstig wirkt ferner die Naturalverpflichtung der Uferanlieger, da die von ihnen zu stellenden Arbeiter sich bei eiligen Ausführungen oft nicht vollzählig einfinden und weniger leisten als die geübten, gegen Bezahlung arbeitenden Mannschaften.

Die Verpflichtung der Uferanlieger rührt daher, daß nach einem alten, noch zu Recht bestehenden polnischen Gesetze die neuen Anlandungen an den Ufern den Anliegern gehören, während die Krone nur Anrecht auf die vom Strome gebildeten Inseln hat. Andererseits bleiben die durch neue Nebenarme

vom Ufer abgeschnittenen Inseln, wenn sie mit Mutterboden bedeckt und bewachsen sind, im Privatbesitz. Bei einem Strome mit so veränderlichem Bette wie das der Oberen Weichsel wird hierdurch, zumal das Gesetz keine Angaben darüber enthält, bei welchem Wasserstande die Anlandungen als Inseln anzusehen sind, eine große Unsicherheit der Besitzverhältnisse hervorgerufen und die Strombauverwaltung verhindert, Weidenpflanzungen von genügendem Umfange anzulegen. Auch wo es geschehen ist, kommen die Pflanzungen oft nicht gut auf, weil sie wegen des geringen Aufsichtspersonals keine ordnungsmäßige Pflege erhalten und der Beschädigung oder mißbräuchlichen Benutzung seitens der Uferbevölkerung und der Schiffer ausgesetzt sind. Die zu kleine Zahl von Aufsehern erschwert gleichfalls die Instandhaltung der älteren Bauwerke, welche oft ohne gegenseitige Unterstützung vereinzelt angelegt und dem Stromangriff um so mehr ausgesetzt sind, da sie weder durch Verlandungen noch durch Weidenwuchs genügend geschützt werden.

Beispielsweise zeigten die russischen Werke unweit Maniuw (Km. 198/200), welche bei der Bereisung im August 1897 hoch über dem Wasserspiegel lagen und mit Gras bewachsen waren, erhebliche Beschädigungen durch den Eisgang und dürften sich auf die Dauer nicht halten, falls keine gründliche Ausbesserung erfolgt. Spuren zerstörter Werke ließen sich mehrfach erkennen. Dagegen waren die weniger hoch liegenden Buhnen in einer flachen Krümmung oberhalb der Brenmündung (Km. 206/208) besser verlandet als die meisten übrigen Strombauten auf der russischen Seite. Seitdem Schüttsteine in größerem Umfange angewandt werden, erhalten die Werke geringere Höhenlage, während die Kronen der älteren in Packwerkbau hergestellten russischen Werke bedeutend höher als auf der österreichischen Seite zu liegen pflegen, stellenweise mehr als 1 m über Mittelwasser.

Die im Packwerkbau hergestellten Uferdeckwerke haben etwa 4 m Kronenbreite und 1-fache Böschungsanlage. An beiden Enden sind sie mit 10 bis 11 m langen Wurzeln in das Ufer eingebunden. Zur Abdeckung der Krone verwendet man Rauhwehr mit 0,3 m starker Decklage aus frischem, im Spätherbste wenige Tage vor der Verwendung geschnittenem Weidenbusch. An besonders gefährdeten Stellen wird ihr Fuß durch Senkfaschinen gesichert. Den Parallelwerken pflegt man 3 m Kronenbreite, 1,5-fache äußere und 1-fache innere Böschung zu geben. Um die Verlandung zu erleichtern, werden sie nur am oberen Ende an Querwerke angeschlossen und bleiben unten offen. Der gewünschte Erfolg tritt jedoch meistens nicht ein, da die dem Stromangriffe besonders ausgesetzten Anschlußecken leicht zerstört und die Anlandungen dann durch Hinterströmung des Parallelwerks wieder ausgespült werden. Die Querwerke und die gleichfalls oft im Packwerkbau hergestellten Sperrwerke (Kupirungen) zum Abschneiden von Nebenarmen erhalten ober- und unterhalb beim Anschlusse an das Ufer deckwerkartige Ansätze von 11 m Länge im oberen und 22 m Länge im unteren Winkel, welche durch Wurzeln von 11 m Länge in das Gelände eingebunden werden, ebenso das Werk selbst. Die Kronenbreite beträgt 4 m; die stromauf gerichtete Böschung erhält 1,5-fache, die stromab gerichtete 1-fache Anlage. Auch die jetzt gewöhnlich aus Steinschüttung hergestellten Buhnen haben 4 m breite Kronen und werden gegen Hinterwaschung durch Ansatzdeckwerke geschützt.

3. Durchstiche und Sperrwerke in der Oberen Weichsel und den galizischen Nebenflüssen.

Durchstiche sind beim Ausbaue der Oberen Weichsel in der Grenzstrecke möglichst vermieden worden, schon um die mit ihrer Anlage verbundenen Schwierigkeiten des Besitzausgleichs zu vermeiden und die von Rußland überaus streng gehandhabte Zollbewachung während der Ausbildung des Durchstichs nicht zu erschweren. Der bei Kanszarskje (Km. 109/110,5) und die beiden oberhalb der Uszwicamündung (Km. 148,8/150,7) 1878/80 ausgeführten Durchstiche haben sich gut entwickelt, ebenso die drei Durchstiche an der Rabamündung (Km. 133,8/136), welche in einem einzigen Baujahre (1888), gleichzeitig mit der Verlegung der Flußmündung, fertiggestellt und sofort von der Strömung ausgebildet worden sind, ohne daß eine Verbauung der jetzt völlig verlandeten Altbetten durch Sperrwerke (Kupirungen) nöthig geworden wäre. Uebrigens giebt auch die Grundrißform des Stromlaufs in der Grenzstrecke, wie aus der Beschreibung des Stromlaufs hervorgeht, viel weniger Anlaß zur Anlage von Durchstichen, als dies im Oberlaufe der Oberen Weichsel und im Anfange des Mittellaufs der Fall gewesen ist. Auf diesen ganz in Oesterreich gelegenen Strecken und mehr noch an dem krümmungsreichen San sind dagegen zahlreiche Durchstiche ausgeführt worden oder noch geplant.

An den übrigen galizischen Nebenflüssen und in der Grenzstrecke der Oberen Weichsel handelt es sich meistens nicht um eigentliche Durchstiche, bei denen das Flußbett eine neue Lage erhält und bisheriges Kulturgelände in Anspruch genommen wird, sondern um Durchgrabungen zu hoch aufgelandeter Schotter- und Sandbänke in dem übermäßig breiten verschotterten Flußbett. Solche Durchgrabungen werden in gleicher Weise wie ein Durchstich hergestellt, nämlich durch Ausschachtung eines schmalen Grabens in Richtung der planmäßigen Rinne, dessen Erweiterung bis zur erforderlichen Breite dann der Strömung überlassen wird. Auch bei diesen Durchgrabungen hat man es in der Weichsel und im San zuweilen erfolgreich unterlassen, die alten Stromrinnen abzusperren. Wo man einen vom Hochwasser kräftig durchströmten, wenn auch nur schmalen Nebenarm abzuschneiden versuchte (z. B. im Unterlaufe der Oberen Weichsel unterhalb Niziny, Km. 231/233), ist die Ausbildung des einheitlichen Bettes trotz des Einbauens von Sperrwerken in den kürzeren Nebenarm nicht gelungen. Auch wo bei Durchgrabungen und Durchstichen die Abkürzung nur gering war, oder wo die Ausbildung des neuen Hauptarmes durch die Bodenverhältnisse erschwert wurde (z. B. am San beim Sosnicaer Durchstich, vergl. Kap. 11), blieb die Hochwasserströmung hartnäckig im alten Bett und konnte erst nach umfassenden Bauten an der Abzweigungsstelle und Anlage mehrfacher Sperrwerke zum Verlassen desselben gezwungen werden.

In solchen Fällen, namentlich auf den minder geschiebereichen Flußstrecken, werden meistens gleichzeitig mit der Durchgrabung besondere Sperrwerke angelegt, wenn die Parallel- und Querwerke die Ablenkung des Stromstrichs nicht genügend verbürgen. Die Anzahl der zur Absperrung von Nebenarmen und Altbetten anzulegenden Sperrwerke richtet sich nach der Verlandungsfähigkeit des

Flusses und nach dem Verhältniß, in welchem der abgebaute Arm zu dem neuen Hauptarme steht, weil im Allgemeinen die Verlandung um so rascher erfolgt, je größer die Abkürzung des neuen Laufes ist. Ist die Abkürzung groß, so erhalten die Sperrwerke geringere Stärke. Dagegen werden die in Richtung der Streichlinie hergestellten Leitwerke besonders stark gemacht, namentlich wenn der Längenunterschied zwischen dem abgebauten Nebenarme und dem Hauptarme geringe Größe besitzt.

Ein in Galizien 1897 noch neues Verfahren, die Verwendung von Gehängebauten (nach den Bauausführungen des Bauraths Wolff in Landshut an der Isar Wolff'sche Gehänge benannt), hat sich bei Ostruw oberhalb Przemysl zur Herbeiführung einer schnellen Verlandung im Altbett neben einem neu angelegten Durchstich so gut bewährt, daß man es bei ähnlichen Fällen öfters anzuwenden gedenkt. Die Gehänge sind dort in Richtung des Parallelwerks oberhalb der Abzweigungstelle und seiner beiden Querwerke im Frühjahre 1897 angelegt worden und hatten nach den sommerlichen Anschwellungen im August bereits so bedeutende Schotterablagerungen erzielt, daß die endgültige Anlage der Steinschüttungen für die Werke vor Beginn des Winters mit verhältnißmäßig geringen Kosten bewirkt werden konnte. Starke Schotterführung und Sommerhochwasser sind also die Vorbedingungen für die Anwendbarkeit dieses Verfahrens. Der in Richtung des Durchstichs ausgeschachtete 10 m breite Mittelgraben zog bei der Besichtigung im August bereits viel Wasser und wurde durch zahlreiche Arbeiter mit Spaten erweitert. Da die Absperrung des alten Flußbettes im Spätherbst vollendet war, ging das Hochwasser des nächsten Frühjahrs durch das neue Bett und erweiterte es im gewünschten Maße.

In gleicher Weise giebt man gewöhnlich den Mittelgräben bei Durchstichen und bei Durchgrabungen von Schotter- oder Sandfeldern nur 10 m Breite. Da in den verwilderten, meist wander- und sinkstoffreichen Flüssen Galiziens die Verlandung der abgeschnittenen Arme gewöhnlich schnell vor sich geht, erweitern sich diese Gräben ebenfalls rasch bis zur Normalbreite und werden dann auf beiden Seiten gedeckt.

4. Bagger- und Räumungsarbeiten. Wahl und Beförderung der Baustoffe.

Durch Baggerungen würden jene Durchgrabungen oft bedeutend erleichtert werden. Das internationale Protokoll von 1896 bezeichnet daher die Beschaffung von Dampfbaggern für die Grenzstrecke der Oberen Weichsel als nothwendig. Einstweilen sind noch keine vorhanden, aber unentbehrlich, um an verschotterten Stellen des Strombettes die Solltiefe zu erzielen. Ferner hofft man, in den noch nicht ausgebauten Strecken durch Ausbaggerung von Rinnen auch bei niedrigen Wasserständen die Schiffbarkeit zu sichern, um hierdurch die Anfuhr der Schüttsteine für die Strombauten zu erleichtern und den Stromstrich von den im Bau begriffenen Werken abzulenken. Es ist daher in Vorschlag gebracht, daß jeder Uferstaat Baggermaschinen anschaffen und sich an den Kosten in gleicher Weise betheiligen möge, wie dies gegenwärtig bei der Räumung von Steinen und Stämmen aus dem Weichselbette geschieht. Um für diese Bagger-

schiffe nebst Prähmen und Schleppdampfern, sowie für die drei bereits vorhandenen fiskalischen Dampfer und für die drei zur Hebung von Senkhölzern verwandten schwimmenden Krahne gesicherte Liegeplätze zu beschaffen, wird die Anlage von Winterhäfen empfohlen, da es zur Zeit in der ganzen Grenzstrecke keinen Platz giebt, wo die Schiffe vor Eisgang geschützt wären. Auf der österreichischen Seite ist eine Stelle in Nähe des geplanten Umschlagplatzes bei Nadbrzezje (gegenüber Sandomjerz) in Aussicht genommen; außerdem kommen oberhalb der Reichsgrenze noch Njepolomice und Krakau in Betracht. Schließlich bezeichnet jenes Protokoll die Vermehrung der Schleppdampfer zum Hinaufziehen der leeren Schiffe vom Bauplatze zum Steinlagerplatz und zur Beförderung der mit Steinen beladenen Schiffe (Pletten) stromaufwärts, sowie verschiedene Maßnahmen für die leichtere Gewinnung von Schüttsteinen als wünschenswerth.

Gegenwärtig werden die Schüttsteine größtentheils in den Jurakalksteinbrüchen oberhalb Krakau (Podgurze, Dembniki, Zwjerzynjec, Pychowice, Bodzuw, Bjelany, Przegorzaly, Tynjec, Scjejowice) gewonnen, deren Lieferungsfähigkeit jetzt etwa 100 000 cbm jährlich beträgt und beliebig gesteigert werden könnte. Im linksseitigen Hügellande längs der Grenzstrecke liegt brauchbares Gestein vielfach zu Tage, stellenweise in geringer Entfernung vom Strome, z. B. harter Kalkstein bei Swiniary und Loniuw unweit Km. 245, am Rande der von Swiniary nach Sandomjerz ziehenden Niederung und von da bis Zawichost. Die jetzt dort eröffneten Steinbrüche werden von den Bauern in der von Feldarbeiten freien Zeit ohne Beihülfe von Sprengstoffen unzweckmäßig betrieben und die gewonnenen Steine zur Winterszeit auf schlechten Wegen an die Weichsel gefahren. Durch zweckmäßigen Betrieb und Verwendung von Feldbahnen für den Steintransport würde die Leistungsfähigkeit dieser Steinbrüche leicht zu fördern sein. Mittels Schiffbarmachung der unteren Nida ließe sich außerdem eine große Zahl von Steinbrüchen, welche harten Kalkstein und festen Sandstein liefern, sowie von Gruben mit Granitfindlingen zugänglich machen, besonders im Pinczuwer Kreise. Offenbar hat früher eine Schiffahrtverbindung von Pinczuw aus bestanden, da der dort gebrochene vortreffliche Kalksandstein in Krakau viel verwandt worden ist, z. B. für die schönen Werksteinarbeiten an der Jagellonischen Universität und für die aus dem 15. Jahrhundert stammenden Kirchenbauten.

Aus den vorstehenden Mittheilungen ergiebt sich, daß die österreichischen und russischen Strombaubeamten grundsätzlich die Schüttsteine als Baustoff für die Strombauwerke bevorzugen und sie überall verwenden, wo ihr Preis nicht unerschwinglich hoch ist. Für die oberste Strecke der Weichsel konnte man brauchbare Schüttsteine aus den Steinbrüchen an der Przemsza beziehen. An der folgenden Strecke oberhalb Krakau liegen die genannten großen Steinbrüche, von denen aus sämmtliche unteren Strecken mit Schüttsteinen versorgt werden. Da der Preis mit der Entfernung bedeutend zunimmt, so sind bisher nur die Werke von der Przemszamündung bis zur Dlubniamündung (Km. 0/89,3) vollständig im Steinbau ausgeführt worden, von da bis zur Uszwicamündung (Km. 89,3/150,7) im Packwerkbau mit Steinbewurf (sogenannte Inkrustirung), von da bis zur Reichsgrenze oberhalb Zawichost (Km. 150,7/287,9) im Packwerkbau, sollen jedoch allmählich ebenfalls Steinbewurf erhalten. Die beladenen

Steinpletten fahren mit dem Strome zu Thal und werden leer zu Berg durch die beiden Dampfer der österreichischen Strombauverwaltung geschleppt, in der obersten Strecke durch Pferde getreidelt. Wenn bei niedrigen Wasserständen die Schiffahrt unterbrochen ist, so wird (wenigstens unterhalb Njepolomice) nur mit Faschinen gebaut. Auch bei Werken, die keinem dauernden Stromangriffe ausgesetzt sind, da sie nach wenigen Jahren verlanden, z. B. Querwerken (Traversen), erspart man den Steinbewurf.

Je weiter der Ausbau der Weichsel fortschreitet, um so billiger und sicherer wird die Beschaffung der Schüttsteine, um so mehr daher auch der Packwerkbau verdrängt, zumal der Preis der Faschinen immer höher steigt, da Waldfaschinen in den waldarmen Niederungen schwer zu beschaffen sind. Für Weidenfaschinen stellt sich der Preis jetzt schon so hoch, daß die Strombauverwaltung hauptsächlich auf ihre eigenen Pflanzungen angewiesen ist. Am Unterlaufe des San kommt einstweilen nur der Packwerkbau in Betracht. Oberhalb der Wislokmündung besitzt der Fiskus sehr ausgedehnte Weidenpflanzungen; weiter unterhalb werden die Weiden von der großen Korbflechterei in Rudnik sehr gesucht und theuer bezahlt. Auch an der unteren Wisloka und am unteren Dunajec herrscht der Packwerkbau vor, da sich vorläufig noch keine Schüttsteine in genügender Menge beschaffen lassen; man hofft jedoch, mit der Zeit die unteren Strecken der genannten drei Nebenflüsse so weit ausbauen zu können, daß es möglich sein wird, die Steinpletten von der Weichsel aus nach den Baustellen zu bringen und allmählich zu Berg mit dem Steinbau weiter vorzugehen.

An den oberen Strecken dieser Flüsse, sowie an den übrigen Gebirgsflüssen finden sich gewöhnlich in erreichbarer Nähe der Baustellen bereits eröffnete Steinbrüche oder doch Berglehnen, an denen man solche leicht eröffnen kann. Die Beschaffung von Schüttsteinen ist trotzdem oft schwierig, weil die zur Anfuhr erforderlichen Fuhrwerke nicht vorhanden oder die als Unternehmer auftretenden Flußanlieger nicht zum Steinbau zu bewegen sind, da sie einen größeren Vortheil in der Verwendung ihres eigenen Faschinenstrauchs finden. Es ist daher angeregt worden, seitens der Bauverwaltung Feldeisenbahnen und Steinpletten zu beschaffen und die Unternehmer zu ihrer Verwendung zu verpflichten. Den im Flußbett liegenden Schotter verwendet man nicht wegen seiner runden Form und weil man ihm keine genügende Widerstandsfähigkeit zutraut. Beispielsweise werden an der oberen Sola, obgleich dort sehr große Schotterstücke im Bette liegen, die Steinschüttungen ausschließlich aus den am benachbarten Berghange angelegten Steinbrüchen hergestellt. Uebrigens ist in Aussicht genommen, erforderlichen Falles solche minderwerthigen Steine zur Ausführung des Werkskernes zu verwenden, Krone und Böschung aber dann mit guten Bruchsteinen von genügender Größe zu überdecken oder zu bepflastern, wenigstens an den einem dauernden Angriffe ausgesetzten Stellen.

5. Weidenpflanzungen. Ausbildung eines Mittelhochwasserbettes.

Wie bereits bemerkt, erfolgen die Verlandungen im Allgemeinen sehr rasch, wenn für zweckmäßige Bepflanzung und gute Hegung der Weidenpflanzungen ge-

sorgt wird, wie dies an der Oberen Weichsel auf der österreichischen Seite geschieht. Allein im Jahrfünft 1891/95 sind am österreichischen Ufer der Grenzstrecke 325, am russischen 270 ha Weidenpflanzungen angelegt worden. Auch die Uferbesitzer legen in Galizien viel Werth auf die Weidenkulturen, weil die in dichten Beständen bis zu erstaunlicher Höhe ohne Aeste wachsenden Ruthen gut bezahlt werden. Stellenweise haben die Pflanzungen solchen Umfang angenommen, daß der Hochwasserquerschnitt zu sehr eingeschränkt wird, namentlich auf den an schärferen Krümmungen liegenden Ufervorsprüngen. Im internationalen Protokolle von 1896 sind daher Vereinbarungen getroffen worden, wie weit die Weidenkulturen geduldet und gefördert werden sollen. Danach gelten in Zukunft folgende Regeln für die Weidenpflanzungen an der Oberen Weichsel: Die Pflanzung und beständige Erhaltung des Weidengesträuchs soll stattfinden a) auf den Flächen zwischen den natürlichen Ufern und den Streichlinien des Mittelhochwasserbettes, und zwar thunlichst unter Verbauung der daselbst vorkommenden Schlenken und Nebenrinnen, b) auf den Flächen zwischen den Streichlinien des Mittelhochwasserbettes und den vorhandenen Uferwerken, jedoch nur so lange, bis die Anlandungen die Kronenhöhe der Werke erreicht haben. Für Stromstrecken, welche noch nicht mit Uferwerken ausgebaut sind, sollen beiderseitige, allmählich vorschreitende Weidenpflanzungen bloß außerhalb der Streichlinien des Mittelhochwasserbetts vorgenommen werden, um nicht durch Aufhöhung an der einen Seite das gegenüber liegende, noch ungeschützte Ufer stärkerem Abbruche auszusetzen. — Bei diesen Bestimmungen ist man von der Thatsache ausgegangen, daß das jetzige, die mittleren Hochwässer abführende Bett in der ganzen Grenzstrecke, namentlich aber vom Dunajec abwärts, viel zu breit ist. Seine Einschränkung soll durch allmähliche Anlandung mit Hülfe der Weidenpflanzungen erfolgen. Die bedeutende Sand- und Schlickführung des Stromes läßt eine ziemlich rasche Aufhöhung der bepflanzten Flächen erwarten.

In der oberhalb Njepolomice gelegenen Weichselstrecke besteht ein solches Mittelhochwasserbett schon fast durchgehends, zwischen Njepolomice und dem Dunajec an vielen Stellen. Die Herstellung desselben auf den überbreiten Strecken wird voraussichtlich eine noch größere Wirkung auf die regelrechte Ausbildung des Normalwasserbettes und auf die gefahrlose Abführung der Eisgänge ausüben, als dies von der allmählichen Durchführung eines durch Deiche begrenzten Hochfluthbettes erhofft wird, weil die mittleren Hochwässer häufiger eintreten und länger währen. Nach einer dem internationalen Protokoll beigefügten Tabelle haben die Wasserstände zwischen 0,7 und 3,0 m a. P., welche die Kronenhöhe der Strombauwerke überschreiten, durchschnittlich geherrscht bei Karsy an 63,4, bei Szczucin an 81,0, bei Dzikuw an 81,5 Tagen, nach den auf S. 243/4 mitgetheilten Tabellen bei Jagodniki an 67,0 Tagen im Jahr. Dagegen wird der Wasserstand 3,0 m an den genannten Pegelstellen nur kurz vorübergehend überschritten. Für die Abführung der häufiger eintretenden Hochwässer, welche bei Krakau bis zu 650, oberhalb der Sanmündung nahezu 1490 und unterhalb der Sanmündung bis über 2300 cbm/sec abführen können, würden laut Protokoll folgende Abmessungen des Mittelhochwasserquerschnitts erforderlich sein, wenn mit h die durchschnittliche Wasserstandshöhe über den (0,6 m über Normal-

wasser liegenden) Werkskronen, mit w die Spiegelbreite des bordvollen Mittelhochwassers bezeichnet wird:

	Krakau—Rabamündung	—Dunajecmündung	—Wislokamündung	—Sanmündung	—Grenze
h (m) =	2,2 bis 2,3	2,4 bis 2,5	2,5 bis 2,6	2,6	2,6
w(m) =	120 „ 128	150 „ 173	226 „ 255	270 bis 286	340.

Bei den galizischen Nebenflüssen gelten betreffs der Anlage von Weidenpflanzungen folgende Grundsätze: Bei Krümmungen mit dem zulässig kleinsten Halbmesser muß die Entfernung der Bepflanzungsgrenze von der Streichlinie an den vorspringenden Ufern die halbe Normalbreite betragen, während an der Grube bis zur Streichlinie bepflanzt werden darf. Bei flachen Krümmungen mit einem Halbmesser, der mindestens doppelt so groß als der zulässig kleinste Halbmesser ist, und in geraden Strecken darf bis zur Streichlinie bepflanzt werden. Bei Krümmungen, deren Halbmesser zwischen die bezeichneten Grenzen fällt, ist die Entfernung der Bepflanzungsgrenze um so größer zu wählen, je kleiner der Halbmesser ist. Wo Krümmungen bestehen, deren Halbmesser einstweilen noch geringer als das zulässige Maß ist, muß die Bepflanzungsgrenze entsprechend mehr (bis zur ganzen Normalbreite) von der Streichlinie des vorspringenden Ufers zurück bleiben.

Vorläufig sind als zulässige Maße der Krümmungshalbmesser festgestellt: für den Dunajec 5- bis 700 m, für die Wisloka 4- bis 600 m, für den San 5- bis 700 m, stets in der äußeren Streichlinie gemessen. An den Nebenflüssen gelten die Maße zunächst nur für die in den Flußbeschreibungen bezeichneten Versuchstrecken, die kleineren für die oberen, die größeren für die unteren Strecken. Für die Weichsel von der Przemszamündung bis Njepolomice will man die kleinsten Krümmungshalbmesser auf 500 m bringen. Für die Grenzstrecke von Njepolomice bis unterhalb der Sanmündung war 1864 sogar das Mindestmaß auf 500 Saschen = 1067 m angenommen worden. Jedoch sind die thatsächlich vorhandenen Krümmungen vielfach bedeutend schärfer.

6. Oesterreichische Strombauten in der Oberen Weichsel und ihren Nebenflüssen.

Wir betrachten nunmehr die von der österreichischen Regierung auf der Weichselstrecke Przemszamündung—Njepolomice beiderseitig und auf der Grenzstrecke am rechten Ufer ausgeführten Strombauten. Da für die unter Leitung der Staatsbaubeamten an den Nebenflüssen hergestellten Bauten im Allgemeinen die gleichen Grundsätze gelten, so erstreckt sich die Betrachtung (wie in den vorigen Abschnitten) auch auf die technischen Maßnahmen für den Ausbau der galizischen Nebenflüsse.

Mit Rücksicht auf die Unsicherheit über die zweckmäßigen Normalbreiten werden parallele Gegenbauten, die man beim weiteren Fortschreiten des planmäßigen Ausbaues anzuwenden gedenkt, einstweilen thunlichst vermieden, sondern vielmehr die Gruben der Krümmungen mit Deck- und Parallelwerken, die vorspringenden Ufer mit senkrechten Buhnen, die geraden Strecken an einem Ufer mit Deck- und Parallelwerken, am anderen mit Buhnen ausgebaut. Dies gilt nicht nur für den Weichselstrom, sondern auch für die Nebenflüsse, soweit es sich darum handelt, ein bereits vorhandenes, wenn auch übermäßig breites Bett durch

Einschränkung in besseren Zustand zu bringen. Eine Ausnahme machen bloß solche Flußstrecken, z. B. an der oberen Sola, die noch kein ausgebildetes Bett haben, sondern nur flache, verästelte Rinnen auf einem ausgedehnten Schotterfeld. Auf diesen Strecken wird der Ausbau sofort mit beiderseitigen Parallelwerken vorgenommen.

Wie auf S. 255 bereits bemerkt, betrachtet man die Herstellung der Strombauwerke in Packwerkbau als ein oft nothwendiges Uebel. Um die Faschinenlagen den Angriffen der Strömung und des Eisganges thunlichst zu entziehen und an Unterhaltungskosten zu sparen, versieht man die Faschinenwerke daher, wenn irgend möglich, mit Steinbewurf, der sogenanten Inkrustirung. Bei Neuanlagen werden sie von vorn herein entsprechend schwächer gebaut. Das Packwerk bleibt dann einige Zeit liegen, bis es sich genügend gesetzt hat und die Verlandung vorgeschritten ist, um weniger Schüttsteine für die Umhüllung zu gebrauchen. Die Anfertigung des Packwerks findet stets im Flachen statt, höchstens bis zu 4 m Tiefe, wo sie noch keine Schwierigkeiten bietet. Solche treten nur ein, wenn das Packwerk von beiden Seiten aus zur Herstellung eines Sperrwerkes vorgetrieben wird, falls man den Schluß nicht rasch genug erreicht, bevor die verstärkte Strömung in der Lücke Vertiefungen ausgebildet hat. Geschieht dies, so wird man zur Anlage anderer Werke genöthigt, welche die Strömung oberhalb ablenken. Die in solchen Fällen zweckmäßigen Sinkstücke verwendet man nirgends, auch dort nicht, wo Steine dafür zur Verfügung stehen.

Die Ausführung der Steinwerke erfolgt durch Schüttung nach den vorgeschriebenen Linien. Krone und Böschungen läßt man roh liegen, wie die Steine gefallen sind. Binnen wenigen Jahren lagert sich auf ihnen eine starke Schlickschicht ab, die mit Schilf, Binsen, Gras und Weiden dicht bewächst. An der oberen Sola, wo man von vorn herein eine bedeutende Senkung des Wasserspiegels mit zunehmender Sohlenvertiefung erwartet, werden die Schüttsteine von den aus dem Steinbruch kommenden Fuhrwerken in Richtung der Streichlinie ausgekarrt und erst während der Vertiefung allmählich durch Handarbeit in die profilmäßige Lage gepackt.

Die Steinwerke erhalten gewöhnlich nur 1,0 m Kronenbreite, 1,5-fache obere (bei den Parallel- und Deckwerken wasserseitige) und 1-fache untere (landseitige) Böschung. Den Faschinenbauten giebt man gleiche Böschungsanlage und 3,0 m Kronenbreite. Wenn sie nachträglich Steinbewurf bekommen sollen, wird aber die Kronenbreite auf 2,0 bis 2,5 m vermindert. Sogar nur 1,5 m breite Kronen sind neuerdings versuchsweise hergestellt worden. Die Steinbewürfe schüttet man bis zur Werkskrone 1,0 m breit mit 1,5-facher Böschung. An Stellen, welche dem Stromangriffe besonders ausgesetzt sind, namentlich an der Wasserseite der in scharfen Krümmungen liegenden Parallelwerke, wählt man flachere Böschungen, etwa 1 : 2 bis 1 : 2,5, bei den Steinschüttungen der Buhnenköpfe bis 1 : 3.

Die Höhenlage der Werkskronen läßt sich gewöhnlich nicht so niedrig ausführen, wie dem für die Ermittlung der Normalbreite zu Grund gelegten Wasserstande entsprechen würde. Da außerdem eine größere Höhe erwünscht ist, um die zur Ausbildung und Erhaltung des Stromschlauchs besonders wichtigen, weil

häufig eintretenden kleineren Anschwellungen fassen zu können, werden die Kronen 0,5 bis 0,6 m, an der Weichsel selbst überall planmäßig 0,6 m über Normalwasser gelegt. Eine größere Höhe vermeidet man, um die Anlagekosten nicht überflüssig zu steigern, die Erhaltung wegen leichterer Beschädigung durch Hochwasser, Eisgang und Flöße nicht zu erschweren, und weil die Anlandungen, welche sich nach der Kronenhöhe der Werke richten, den Abflußquerschnitt des Hochwassers zu sehr einengen würden. Wo eine baldige Verlandung der abgebauten Theile des Bettes in Folge der starken Sand- und Schlickführung zu erwarten ist, hält man die Querwerke (Traversen) und die inneren Absperrbauten (Vollbauten oder Schlickzäune) in gleicher Höhe mit den Hauptwerken. Wo jedoch die Verlandung schwieriger vor sich geht, wird sie durch etwas tiefere Lage der Querwerke und inneren Absperrbauten unterstützt. Verlandungsöffnungen läßt man in den Querwerken nicht, um die Herstellung zu erleichtern und die Gefahr eines Durchrisses zu vermeiden. An der oberen Sola schüttet man die Steine zunächst nur als unregelmäßigen flachen Wall, wie oben erwähnt, damit nach der Vertiefung des Flußschlauchs die Parallelwerke keine zu hohe Lage bekommen, welche die bei Beschreibung der Kleinen Weichsel auf S. 200/1 bezeichneten Nachtheile verursachen müßte.

Für die Ermittlung der Normalbreiten soll derjenige Wasserstand angenommen werden, welcher in der Zeit vom 15. März bis 15. November durchschnittlich am längsten andauert, also ungefähr der Scheitelwerth des Sommerhalbjahrs. Wie auf S. 244 bemerkt, haften diesem Scheitelwerthe große Zufälligkeiten an, so daß die Normalwasserstände an den einzelnen Pegeln einander nicht immer entsprechen (vergl. S. 218/9). Abgesehen von Krakau, Njepolomice und Sjeroslawice, wo durch örtliche Verhältnisse Senkungen stattgefunden haben, liegen an den Pegelstellen der Oberen Weichsel die Normalwasserstände 16 bis 41 cm, durchschnittlich 0,3 m unter dem 25-jährigen Mittelwasser. Da die Werkskronen auf 0,6 m über Normalwasser angelegt werden, so müßten sie den Mittelwasserstand um etwa 0,3 m überragen. Dies zeigte sich auch z. B. während der Weichselbereisung im August 1897, welche von Krakau bis Tarnobrzeg bei einem ziemlich genau 0,1 m über Mittelwasser liegenden Wasserstande erfolgte, oberhalb Krakau bei einem beträchtlich höheren und unterhalb Tarnobrzeg bei einem etwas kleineren Wasserstande. Oberhalb Krakau konnte man die Lage der Werke nur aus der Strudelbildung an der Oberfläche erkennen; unterhalb tauchten sie meistens 0,2 bis 0,3 m aus dem Wasserspiegel, abgesehen von den beiderseitigen Parallelbauten im Dambje-Durchstich bei Krakau, die 0,8 bis 1 m hoch darüber lagen, und den zunächst unterhalb befindlichen Werken (vergl. S. 217).

Ebenso wenig wie man in den Querwerken Verlandungsöffnungen für zulässig hält, werden sie in den Parallelwerken angewandt, jedenfalls nicht in den Werken, mit denen die Gruben schärferer Krümmungen eingefaßt werden, um die Entstehung von Wasserwirbeln zu vermeiden, welche die Erhaltung der Werke an den Knien und die Verlandungen hinter denselben erschweren, wie das auf S. 252 erwähnte Beispiel der russischen Parallelwerke lehrt. Die für den dauernden Bestand der Parallelwerke so wichtige Verlandung läßt sich durch zweckmäßige Anordnung der Querwerke erheblich befördern. Sie geht um so schwieriger vor

sich, je näher das Werk am Ufer liegt, weil bei geringem Abstand die verstärkte Hochwasserströmung den während kleinerer Wasserstände abgelagerten Sand und Schlick wieder ausspült. Man wählt daher den Abstand der Querwerke um so kleiner, je näher das Parallelwerk am Ufer liegt. Ebenso werden sie bei den in scharfen Krümmungen befindlichen Werken dichter gestellt als in sanft gekrümmten oder geraden Strecken. Ihr Abstand hängt schließlich auch von der Verlandungsfähigkeit des Flusses ab; jedenfalls legt man sie von vorn herein lieber zu nahe als zu weit, da sonst viel Sand verloren geht und die Bildung der Anlandungen unvollständig bleibt. In sanft gekrümmten und geraden Strecken macht man sie etwas schwächer als das Parallelwerk, in scharfen Krümmungen ebenso stark.

Alle senkrechten Werke (Buhnen, Querwerke, Sperrwerke) erhalten, falls ein Angriff des Ufers zu gewärtigen ist, kurze Deckwerke ober- und unterhalb der Wurzel, ähnlich wie auf der russischen Seite (vergl. S. 252). Die abbrüchigen Ufer werden in den Buhnenwinkeln flach abgeböscht und bespreutet. Den Buhnen giebt man stets senkrechte Richtung zur Streichlinie. In der Weichsel liegen sie in Zwischenräumen von durchschnittlich 100 m, im oberen Stromlaufe etwas näher, im unteren etwas weiter. Gewöhnlich verlanden die Buhnenfelder binnen kurzer Zeit. Eine mangelhafte Verlandung fand sich an der Weichsel bei Km. 81/82, wo die Zwischenräume im Verhältniß zur Buhnenlänge und Normalbreite wohl zu groß waren. Ueberraschend schnell ist dagegen die Verlandung am San bei Staremiasto erfolgt, wo die 1896 zum Schutze der abbrüchigen linksseitigen Ufergrube angelegten Werke (Parallelwerk mit vier Querwerken und drei unterhalb befindliche Buhnen) im August 1897 bereits sehr ausgedehnte Ablagerungen von fettem Schlick in wasserfreier Höhe zeigten, obgleich die Bauhöhe 4 m betragen hatte.

7. Betheiligung des Staates, des Kronlandes und der Uferbesitzer an den Wasserbauten.

Die auf S. 258 erwähnten Versuchstrecken gehören zum Theil zu denjenigen Flußstrecken, welche als schiffbar gelten und ausschließlich vom Staate ausgebaut werden müssen. Zum Theil sind sie sogenannte Konkurrenzstrecken, die vom Staate mit freiwilliger Beihülfe des Landes und der Anlieger dem Ausbaue unterzogen werden, noch bevor der auf Grund eines 1894 festgestellten Programmes zu bewirkende planmäßige Ausbau so weit gediehen ist.

Wir betrachten zunächst die Behandlung der schiffbaren Wasserläufe, deren Ausbau durch die k. k. Statthalterei zu Lemberg auf Kosten der Dotation für Wasserbauten (Etat des Ministeriums des Innern) bewirkt wird. Als schiffbar gelten: die Weichsel von der Przemszamündung bis zur Reichsgrenze bei Zawichost, der Dunajec von der Mündung aufwärts bis Zglobice, die Wisloka von der Mündung aufwärts bis Mjelec, der San von der Mündung aufwärts bis Jaroslau. Bei diesen schiffbaren Strecken könnten auf Grund des § 51 des galizischen Wassergesetzes vom 14. März 1875 die Besitzer der angrenzenden Liegenschaften allenfalls im Verwaltungswege angehalten werden, einen angemessenen Beitrag zu den Baukosten zu leisten. Dies geschieht aber nicht; viel-

mehr nimmt der Staat ihnen thatsächlich den Uferschutz ab, ohne sich hierdurch eine Verpflichtung aufzuerlegen, und wird Eigenthümer der entstandenen Anlandungen.

Die Leitung der Strombauten an der Weichsel gehört zu den Dienstobliegenheiten der Bezirksbaubeamten in Krakau, Tarnuw und Tarnobrzeg, die Leitung der Flußbauten am unteren Dunajec zum Bauamte in Tarnuw, an der unteren Wisloka zum Bauamte Tarnobrzeg, am unteren San zum Bauamte Nisko. Den Bezirksvorständen stehen sieben Ingenieure, drei Bauadjunkte und neun Stromaufseher zur Verfügung. Zum Schleppdienste auf der Weichsel und für Bereisungen dienen zwei fiskalische Dampfschiffe. Die Verdingung der Bauten erfolgt derart, daß der zu verbauende Raum durch Längen- und Querschnitte dem Unternehmer genau dargestellt, eine laufende Erhebung der während des Baues am Strombette vorgekommenen Aenderungen vom Aufsichtsbeamten veranstaltet und schließlich der hiernach bestimmte Rauminhalt des fertigen Werkes auf Grund der vertragsmäßigen Einheitspreise für Packwerk oder Steinschüttung vergütet wird. Die aus fiskalischen Pflanzungen entnommenen Faschinen und Buhnenpfähle werden gegen vertragsmäßige Durchschnittspreise als Leistung des Staatsschatzes dem Unternehmer in Gegenrechnung gestellt. Ebenso bringt die Bauverwaltung eine mit der Entfernung wachsende Vergütung für das Aufschleppen der leeren Steinpletten von den Kosten der Steinschüttung in Abzug.

Beim Ausbaue der 103 km langen Weichselstrecke Przemszamündung—Njepolomice sind für das Kilometer 1,5 km Werke erforderlich gewesen und die Kosten haben etwa 19 000 Gulden für das Kilometer betragen. Beim Ausbaue der 185 km langen Grenzstrecke der Weichsel wurden bisher auf der österreichischen Seite für das Kilometer 0,46 km Werke angelegt und (1865/95) nahezu 25 000 Gulden ausgegeben, außerdem auf der russischen Seite 0,35 km Werke und (1865/95) etwa 12 900 Rubel für das Kilometer.

Bei den Konkurrenzstrecken unterscheidet man zwei Gruppen, von denen die erste die flößbaren Strecken der im unteren Theile als schiffbar geltenden Flüsse Dunajec, Wisloka und San umfaßt, die zweite Gruppe die als flößbar geltenden und theilweise auch zur Flößerei benutzten Flüsse Sola, Skawa, Raba und Wislok. Die Bauten an allen diesen Gebirgsflüssen stehen unter Oberaufsicht des Ministeriums des Innern und werden zu denjenigen öffentlichen Unternehmungen gerechnet, welche wegen ihrer besonderen Tragweite und Kostspieligkeit einer Staatsbeihülfe in höherem Maße bedürfen, als solche das Reichs-Meliorationsgesetz vom 30. Juni 1884 feststellt, oder welche den staatlichen Meliorationsfonds zu sehr erschöpfen würden.

An den Flüssen der ersten Gruppe erfolgten bisher die Flußbauten nur vereinzelt auf meist kleinen Abschnitten, gewöhnlich nur dort, wo seitens der anliegenden Großgrundbesitzer dahin zielende Anträge gestellt waren, wogegen die an Liegenschaften des Kleingrundbesitzes grenzenden Strecken zumeist nicht ausgebaut werden konnten, da keine Beiträge von den Anliegern bewilligt wurden. Die so entstandenen Bauten äußern die gewünschte Wirkung nur in ungenügendem Maße und erfordern zu ihrer Erhaltung unverhältnißmäßig hohe Kosten, besonders die in scharfen Krümmungen, Schleifen und plötzlichen Uebergängen der Gegenkrümmungen hergestellten Werke.

Um die aus öffentlichen Mitteln zur Verfügung gestellten Beiträge zur Schaffung dauerhafter Anlagen zu verwenden, sollen in Zukunft nur noch größere Strecken von 8 bis 10 km Länge im Zusammenhange nach einheitlichem Plane ausgebaut werden. Die erforderlichen Kosten bestreiten zu je einem Drittel der Staat, das Kronland und die Anlieger. Da letztere nur nach § 51 des Wasserrechtsgesetzes zur Betheiligung zwangsweise herangezogen werden können, so verwendet man die vom Staate und Kronlande bewilligten Zuschüsse in erster Linie auf solchen Strecken, deren Anlieger leistungsfähig genug sind, um das auf sie entfallende Kostendrittel aufzubringen. Der Unterschied gegen das bisherige Verfahren besteht (abgesehen von der planmäßigen Herstellung) wesentlich darin, daß man die in Händen von wenig leistungsfähigen Anliegern befindlichen kleinen Zwischenstrecken in den Ausbau mit einbezieht, indem denselben nur der aus § 51 begründete Beitrag auferlegt, der Mehrbetrag dagegen je zur Hälfte vom Staate und Kronlande übernommen wird. Die Frage der Unterhaltung der Werke ist noch nicht völlig geregelt; bisher hat der Landesausschuß gewöhnlich ein Drittel der Unterhaltungskosten beigesteuert.

Die Ausführung der Neubauten findet nach den oben mitgetheilten Grundsätzen statt. Namentlich werden zur Erleichterung der Unterhaltung die Werke möglichst im Steinbau oder im Packwerkbau mit Steinbewurf hergestellt. Meistens übernimmt der zumeist betheiligte Großgrundbesitzer die Bauausführung gegen 10% Abzug vom Kostenanschlag, welche den Werth der ihm alsdann zufallenden Anlandungen darstellen. Wenn der Anschlag reichlich bemessen ist und der Unternehmer mit Geschick und Glück vorgeht, kann er zuweilen den ganzen Bau mit den Staats- und Landesbeiträgen fertigstellen. Die Bauleitung liegt den Bezirksbaubeamten und den ihnen zugetheilten Ingenieuren ob.

An den zur zweiten Gruppe gehörigen Flüssen wurden die Flußbauten, soweit der Staat dabei betheiligt war, bisher gewöhnlich nur dort hergestellt, wo es sich um den Schutz von Dämmen und Brücken der Reichsstraßen handelte. Da jedoch erfahrungsmäßig der Bestand solcher für örtliche Zwecke bestimmten Bauten nur dann gesichert ist, wenn auch die Anschlußstrecken in besser geregelten Zustand gebracht werden, so will man sie nicht ihrem Schicksale so lange überlassen, bis die vom galizischen Landtage im Jahre 1894 gefaßten Beschlüsse über den allmählichen Ausbau der Flüsse nach und nach zur Ausführung kommen. Die Dringlichkeit des Uferschutzes, die Rücksichtnahme auf die nachtheiligen Einwirkungen, welche ihre Verwilderung auf die schiffbaren Wasserläufe hervorbringt, stellenweise auch die Fürsorge für die Flößbarkeit machen es nothwendig, seitens des Staates zur Verbesserung besonders gefährdeter Stellen ausreichende Geldmittel aufzuwenden, zumal vom Landesausschuß stets (vielfach auch von den anliegenden Besitzern) große Bereitwilligkeit zur Betheiligung an den Kosten gezeigt wird. Die Konkurrenz und die Ausführung findet in gleicher Weise wie bei den Gewässern der ersten Gruppe statt. Genaue einheitliche Pläne haben sich für die in Betracht kommenden Flüsse noch nicht aufstellen lassen. Wo trotzdem mit dem Ausbaue bereits vorgegangen werden kann, bestimmt man die Normalbreiten und Krümmungshalbmesser vorläufig nach den bei den größeren

Gewässern gesammelten Erfahrungen und benutzt die (meist 3 bis 5 km langen) Baustrecken gleichzeitig als Versuchstrecken für den weiteren Ausbau.

Die Geldmittel, welche vom Staate, vom Kronlande und von den Anliegern für die Konkurrenzstrecken der beiden Gruppen aufgewandt worden sind, haben in den letzten Jahren alljährlich etwa 500 000 Gulden betragen. Die Nothwendigkeit des planmäßigen Ausbaues der Gebirgsflüsse, der Wildbachverbauung und der Aufforstung der kahlen Steilhänge im Gebirge führte nach den Ueberschwemmungen vom Juni 1884 zur Bearbeitung eines General-Regulirungsplans, der im Jahre 1886 von der technischen Abtheilung der Statthalterei in Lemberg fertiggestellt wurde. Wegen der bedeutenden Kosten hat die Sache indessen einen Aufschub erlitten. Nach dem vom galizischen Landtage am 13. Februar 1894 beschlossenen Programme wird beabsichtigt, den planmäßigen Ausbau nach und nach in der Reihenfolge Sola, Raba, Wisloka, Skawa, Wislok, San, Dunajec vorzunehmen. Die Kosten sollen zu 60 % durch den Staat (40 % Wasserbaudotation, 20 % Meliorationsfonds) und zu 40 % durch das Kronland gedeckt werden. Zur Ausführung bestimmt ist einstweilen nur der planmäßige Ausbau der Sola von Miluwka bis zur Mündung, welcher nach einem 1897 vom galizischen Landtage genehmigten Gesetze binnen 18 Jahren mit einem Kostenaufwand von 1,79 Millionen Gulden bewirkt werden soll.

In dem Programme von 1894 ist besonderer Nachdruck auf die Verbauung der Tatra-Gebirgsbäche gelegt worden, welche nebst dem Ausbaue des Schwarzen und Weißen Dunajec allen anderen Arbeiten vorangehen soll. Mit der Verbauung der übrigen Wildbäche und den Aufforstungen gedenkt man im Allgemeinen die oben bezeichnete Reihenfolge einzuhalten. Diese Wildbachverbauungen, die Wasserbauten an den kleineren Gebirgsflüssen und an den Flachlandflüssen, die Eindeichungen an allen Flüssen, sowie die als öffentliche Arbeiten zu erachtenden Ent- und Bewässerungsanlagen gelten als Meliorationen, welche aus dem Landes- und staatlichen Meliorationsfonds subventionirt werden. Als Unternehmer treten auf das Land, die Bezirke, Gemeinden oder Wassergenossenschaften. Die Oberaufsicht führt das k. k. Ackerbau-Ministerium nebst dem galizischen Landesausschuß. Entwürfe und Ausführung sind Sache des Landes-Meliorationsbureaus zu Lemberg. Bloß die Wildbachverbauungen werden von der in Przemysl (neuerdings in Sambor) befindlichen Sektion der hiermit betrauten k. k. forsttechnischen Abtheilung entworfen und ausgeführt. Ihre Kosten bestreitet je zur Hälfte der Landes- und staatliche Meliorationsfonds. Begonnen und theilweise fertiggestellt sind auf Grund von 1892 bis 1897 erlassenen Gesetzen die Wildbachverbauungen an der oberen Biala (vergl. S. 56) an der oberen Skawa, an dem von der Hohen Tatra kommenden Bystrabache bei Zakopane, an dem unterhalb Neumarkt von links in den Dunajec mündenden Michaluwbache und an der Niszkowka, welche den Dunajec im Neu-Sandecer Thalkessel erreicht. Für einige andere Verbauungen im Gebiete der Sola, des Dunajec und des San sind bisher nur Entwürfe bearbeitet.

Das bedeutendste, auf einen Gebirgsfluß bezügliche Landesunternehmen ist der mit den erwähnten Wildbachverbauungen und einer Eindeichung der rechtsseitigen Dunajecniederung verbundene Ausbau der Biala. Hierfür sind durch Gesetz vom 1. September 1892 im Ganzen 1,79 Millionen Gulden bewilligt,

die binnen 15 Jahren vom Landes- und staatlichen Meliorationsfonds, aus der staatlichen Wasserbaudotation und von den betheiligten Bezirken aufzubringen sind. Das Ziel des Unternehmens bildet die Zurückhaltung des Schotters und der Geschiebe, Uferschutz und Schutz vor gewöhnlichen Ueberschwemmungen auf der ganzen Flußlänge, Vertiefung der unteren Flußstrecke für den Verkehr von Steinpletten (d. h. flachgehenden Schiffen für die Beförderung von Steinen), ferner Schutz vor außergewöhnlichen Ueberschwemmungen der Niederungen an der unteren Biala und am rechten Dunajecufer (221,2 qkm.).

8. Fischereiverhältnisse.

Der noch großentheils verwilderte Zustand des Weichselstroms ist für seinen Fischreichthum sehr günstig. Um in den ausgebauten Strecken den Fischen die abgeschnittenen Arme als Laichplätze zugänglich zu machen, werden zuweilen in den Parallelwerken Einsenkungen bis zur Niedrigwasserhöhe mit 9,0 m oberer Länge angebracht, welche den Durchzug der Fische bei den am längsten anhaltenden Wasserständen ermöglichen. Besonders vortheilhaft für die Erhaltung des Fischbestandes dürfte die geringe Entwicklung der Gewerbethätigkeit an den Weichselufern sein, da dem Strome fast nirgends schädliche Abwässer zugeführt werden. Eine wesentliche, aber für die Fische nicht nachtheilige Verunreinigung des Weichselwassers erfolgt nur bei Krakau und Podgurze durch Aufnahme des Schmutzwassers aus den älteren städtischen Kanälen und aus den Ausgußstellen der Abfuhreinrichtung, an welchen die für landwirthschaftliche Zwecke nicht verwerthbaren Fäkalienreste in den Strom abgelassen werden. Bei niedrigen Wasserständen macht sich die hierdurch erzeugte Verunreinigung noch bis nach Njepolomice hin auf etwa 23 km Stromlänge bemerkbar.

9. Wasserverkehr.

Auf S. 256 ist erwähnt, daß man am Dunajec, an der Wisloka und am San mit dem planmäßigen Ausbaue der Mündungstrecken eifrig vorgeht, um die Steinpletten aus der Weichsel in diese Flüsse bringen und beim Weiterführen des Ausbaues flußaufwärts Schüttsteine verwenden zu können. Man hofft ferner, diese Nebenflüsse allmählich auf solche Tiefe zu bringen, daß sie innerhalb der als schiffbar geltenden Strecken, die Wisloka und der San auch weiter oberhalb, später wirklich zum Schiffahrtbetriebe benutzt werden. Einstweilen dienen sie nur theilweise zur Flößerei von Bau- und Brennholz, wogegen die Fahrtiefe noch zu gering ist, um bei den während der Schiffahrtzeit am längsten andauernden, für die Schiff- und Floßfahrt maßgebenden niedrigen Wasserständen einen Verkehr zu ermöglichen. Die Flößerei ist am lebhaftesten auf dem San, geringer auf dem Dunajec. Auf der Weichsel beginnt sie erst an der Dunajecmündung. — Außer dem San käme für die Schiffbarmachung am meisten in Frage die Wisloka, da sie am leichtesten zu behandeln ist und ein an Petroleum und Getreide reiches Hinterland erschließen würde. Für die Bergfahrt der mit Steinen, Steinkohlen u. s. w. befrachteten Schiffe wäre die Anlage von Leinpfaden (Treppel-

wegen) nothwendig, die einstweilen auch an der Weichsel noch nicht bestehen, obgleich an ihrer obersten schiffbaren Strecke die leeren Pletten (Galeeren) schon jetzt zu Berg getreidelt werden müssen.

Diese Fahrzeuge sind etwa 20 m lang, an der Stirnseite 4,0, in der Mitte 5,8 m breit und 0,6 m hoch; ihre Tauchtiefe beträgt 0,45 m (mit 20 t) bis 0,55 m (mit 25 t Ladung). Von der Przemszamündung bis nach Krakau und Njepolomice vermitteln sie einen ziemlich lebhaften Kohlenverkehr aus den Steinkohlengruben an der Przemsza. Bei günstigen Wasserständen fahren die mit Steinkohlen beladenen Pletten wohl auch durch die ganze Grenzstrecke bis in die Mittlere Weichsel. Reichliche Fracht liefern ferner die Steinbrüche an der unteren Przemsza und an der Weichsel oberhalb Krakau durch die für Strombauzwecke bis auf 130 km stromabwärts beförderten Schüttsteine. Zu Thal treiben die Pletten mit der Strömung. Zu Berg werden sie bei kleineren Entfernungen mit Pferden geschleppt, dagegen bei Entfernungen von 80 bis 130 km mit Hülfe der beiden österreichischen fiskalischen Dampfschiffe, welche 0,4 bis 0,5 m Tiefgang und 70 bis 100 indizirte Pferdekräfte haben. Zu Berg gehen die Pletten meistens leer; nur selten nehmen sie eine Ladung Grubenholz mit in das Kohlenrevier an der Przemsza. Bei höheren Wasserständen fahren von Krakau ab auch zuweilen größere, aus starkem Holze roh gezimmerte Fahrzeuge mit Kohlen und Salz, die in Warschau aus einander genommen und als Nutzholz verkauft werden. Ein einigermaßen nennenswerther Schiffsverkehr besteht indessen nur im Oberlaufe von der Przemsza bis Krakau und auf der letzten Strecke des Unterlaufs von Sandomjerz ab, welches Städtchen mit Warschau durch regelmäßigen Dampferverkehr verbunden ist.

Vorstehende Angaben lassen sich nicht genau zahlenmäßig belegen, da die österreichische Verkehrstatistik mit der russischen nicht übereinstimmt. Nach der russischen Statistik („Statistisches Sammelwerk des Ministeriums der Wegeverbindungen", Band 43 und 44, St. Petersburg 1896) haben im Zeitraume 1890/94 jährlich auf der Weichsel oberhalb Zawichost, also beim Eintritt der Weichsel in das russische Reich, rund 930 Schiffe und 240 Flöße verkehrt, von den Schiffen 250 mit und 680 ohne Dampfbetrieb, von letzteren 370 zu Thal und 310 zu Berg. In einem älteren Jahrbuche des russischen Verkehrsministeriums ist der Verkehr im Zeitraume 1879/82 jährlich für Zawichost auf rund 300 Schiffe (zu Thal) und 455 Flöße, für Nowogrud-Korczyn an der Nidamündung auf rund 145 Schiffe und 60 Flöße angegeben.

Nach der österreichischen Verkehrstatistik („Oesterreichisches statistisches Handbuch für 1896", Wien 1897) passirten an dem oberhalb Zawichost gelegenen Nebenzollamt Chwalowice im Zeitraume 1891/95 jährlich 132 Fahrzeuge in der Thalfahrt mit 28 765 t Waaren, wahrscheinlich größtentheils Floßholztraften. Offenbar sind bei Chwalowice nicht alle Schiffe und Flöße, welche die Reichsgrenze überschritten haben, gezählt worden, sondern wohl nur diejenigen, welche dort zum Ausgang abgefertigt wurden. In der ersten folgenden Tabelle sind die österreichischen Nebenzollämter und Nebenzollamts-Exposituren in der Reihenfolge ihrer Lage zum Weichselstrome von oben nach unten aufgereiht, wobei zu bemerken ist, daß Chelmek an der Przemsza liegt, die Expositur Tarnow an dem bei

In der Thalfahrt passirten bei den österreichischen Nebenzollämtern und Expposituren

Jahre	Fahrzeuge und Waaren	Chelmek	Njepolomice	Sjeroslawice	Tarnuw	Uscjejesuickje	Szczucin, Otalenz u. a.	Nadbrzezje	Koziarnia	Chwalowice	Zusammen
1886/90 im Jahr	Fahrzeuge	2 212	133	11	230	251	136	161	294	162	3 590
	Waaren in t	44 362	2 307	673	6 791	5 411	5 114	9 166	42 491	25 886	142 201
1891/95 im Jahr	Fahrzeuge	1 930	1 422	140	240	232	985	147	171	132	5 399
	Waaren in t	42 501	27 631	2 813	22 296	2 956	15 203	8 065	40 547	28 765	190 777

Hierbei wurden an Waaren in Tonnen befördert

Jahre	Werkholz	Brennholz	Steinkohle	Steinsalz	Kalk	Versch. Mineralien	Andere Waaren	Zusammen
1886/90 im Jahr .	87 605	3 922	45 476	547	1 118	2 709	824	142 201
1891/95 im Jahr .	102 395	7 102	45 188	—	28 799	7 010	283	190 777

Uscje-jesuickje mündenden Dunajec, das Nebenzollamt Koziarnia an dem oberhalb Chwalowice mündenden San. In der zweiten Tabelle begreift die Bezeichnung Kalk jedenfalls die Kalksteine in sich, deren reichliche Verwendung bei den Strombauten durch die bedeutende Zunahme der Verkehrsmenge in dieser Spalte, sowie in der Spalte Njepolomice der ersten Tabelle dargethan wird. Alle Angaben beziehen sich auf die Thalfahrt. Die Bergfahrt traten 1886/90 jährlich 2210 und 1891/95 jährlich 1897 Fahrzeuge an, meist unbeladene Galeeren.

IIIB. Wasserwirthschaft im Stromthale.

(Brückenanlagen, Abflußhindernisse, Eindeichungen, Entwässerungen.)

1. Brückenanlagen an der Oberen Weichsel.

Die Obere Weichsel bildet eine scharfe Scheide zwischen dem beiderseitigen Ufergelände, auch auf der ganz zu Oesterreich gehörigen Strecke bis zu gewissem Grade. Obgleich die Bewohner des Großherzogthums Krakau am linken Ufer ebenso polnischen Stammes sind wie die Bevölkerung der Herzogthümer Auschwitz (Oswjencim) und Zator am rechten Ufer, unterscheiden sich noch heute die links wohnenden Krakusen von den rechts wohnenden Masuren durch Sitten, Gebräuche, Kleidung und Mundart. Außer der uralten Verbindung an der Brückenstadt Krakau findet nur an einer einzigen Stelle eine Verbindung zwischen beiden Ufern mit Brücken statt, nämlich gleich am Anfange der Stromstrecke unweit Oswjencim. Von da bis Krakau wird auf 76 km Länge der Verkehr durch zehn Fähren vermittelt. Auf der 23 km langen österreichischen Strecke Krakau—Njepolomice vermitteln sechs Fähren den Verkehr. Die 185 km lange Grenzstrecke hat keine einzige Brücke und nur fünf Fähren mit theilweise recht ungünstigen Zufahrten bei Sjeroslawice (Km. 131), Korczyn (Km. 169), Szczucin (Km. 194), Nadbrzezje-Sandomjerz (Km. 269) und Chwalowice-Zawichost (Km. 285). Wegen der Zollschranken ist der Verkehr zwischen beiden Ufern gering, zumal keine einzige größere Stadt unterhalb Krakau an der Oberen Weichsel liegt; denn die Bedeutung von Korczyn und Sandomjerz gehört mehr der Vergangenheit als der Gegenwart an. Auf der österreichischen Seite liegt überhaupt nur ein einziges kleines Städtchen, die Bezirkshauptstadt Tarnobrzeg, an der Weichsel; zu erwähnen ist noch der Marktflecken Njepolomice, bei welchem eine Zweigbahn an die Weichsel führt, ebenso bei Nadbrzezje.

Durch Verkehrsanlagen, die sonst oft Hindernisse für den freien Abfluß des Hochwassers schaffen, wird das Ueberschwemmungsgebiet des Stromthals also wenig belästigt. Die beiden Brücken bei Brzoszkowice (Pustynia) unweit Oswjencim verursachen auch bei großem Hochwasser keinen nachtheiligen Stau. Die dortige eiserne Eisenbahnbrücke der Linie Oderberg—Krakau hat fünf Oeffnungen mit zusammen 163,6 m Lichtweite und liegt mit der Unterkante 4,9 m über Normalwasser; ihr Durchflußquerschnitt bei der Hochfluth vom Juni 1884 betrug 571 qm, wozu noch 90 qm in der rechtsseitigen Fluthbrücke kamen. Die hölzerne Straßenbrücke, 0,3 km unterhalb, hat 13 Oeffnungen mit

147,3 m Lichtweite und liegt 4,7 m über Normalwasser; ihre Zufahrtwege können überfluthet werden.

Oberhalb Krakau schneidet bei Km. 76,4 eine von der Nordbahngesellschaft erbaute eiserne Eisenbahnbrücke für die Verbindungsbahn neben einer eisernen Straßenbrücke auf gemeinsamem steinernem Unterbau die Weichsel mit drei zusammen 135,0 m weiten Oeffnungen; die Fahrbahn liegt 4,5 m, die Unterkante des Ueberbaues 1,5 m über dem Spiegel des Hochwassers vom Juni 1884. Zwischen Krakau (Kasimjerzvorstadt) und Podgurze befindet sich bei Km. 78,5 die Franz-Josephs-Brücke, eine hölzerne Bogenbrücke auf steinernem Unterbau mit fünf Oeffnungen von zusammen 137,0 m Lichtweite, deren Straßenfahrbahn 4,8 m über jenem Hochwasserspiegel liegt. Bei Km. 79,2 dicht unterhalb Krakau führt die Eisenbahnlinie nach Przemysl und Lemberg mit einer eisernen Brücke auf steinernem Unterbau über die Weichsel; ihre fünf Oeffnungen haben im Ganzen 176,0 m Lichtweite; die Unterkante des Ueberbaues liegt 4,7 m, die Schienenoberkante 6,4 m über dem Hochwasser vom Juni 1884. Der lichte Querschnitt von der Stromsohle bis zur Unterkante des Ueberbaues hat bei den ersten beiden Brücken 950, bei der letzten 1300 qm Flächeninhalt. Hiervon waren im Juni 1884 bei der Franz-Josephsbrücke 800, bei der unteren Eisenbahnbrücke 900 qm mit Wasser benetzt; die Brücke bei Km. 76,4 ist erst 1887 erbaut worden. Der Durchflußquerschnitt reicht an allen drei Brückenstellen zur Abführung der Hochfluthen ohne nachtheiligen Stau aus.

2. Abflußhindernisse an der Oberen Weichsel.

Wie auf S. 211/2 mitgetheilt, rührt der bedeutende Aufstau bei Krakau nicht von den Brücken, sondern von der Stromenge am Wawel her, wo das von sehr hohen Ufern eingefaßte felsige Bett nur 80 m Breite besitzt. Dies ist die einzige Engstelle an der ganzen Oberen Weichsel. Gewöhnlich besitzt das Strombett viel zu große Breite für die Abführung kleinerer Hochfluthen, weist daher zahlreiche Sandbänke, Untiefen und Spaltungen auf, die bei jeder Anschwellung ihre Lage mehr oder weniger ändern und den immer weiter schreitenden Abbruch der Ufer veranlassen. Der verwilderte Zustand des Bettes hat einen Aufstau der am glatten Fortschreiten behinderten Fluthwelle und die Entstehung vorzeitiger Ueberschwemmungen durch Seitenströmungen zur Folge, namentlich beim Frühjahrshochwasser, wenn der Eisgang in den scharfen Krümmungen, auf den Untiefen und an den Inseln ins Stocken geräth. Die alsdann entstehenden Eisversetzungen verursachen öfters erhebliche Ausuferungen und, wenn sie nicht rechtzeitig vom Wasserdrucke oder durch Sprengungen gelöst werden, auch manchmal Deichbrüche. Oberhalb Krakau kommen, seitdem die Strecken von der Przemszamündung abwärts ausgebaut sind, fast nur noch rasch vorübergehende Stockungen des Eisganges in den schärferen Krümmungen vor. Auch von Krakau bis Njepolomice haben sich seit dem Ausbaue die Eisversetzungen an Zahl und Bedeutung vermindert. Hier sind es namentlich die Krümmungen bei Dambje, Brzegi und Njepolomice, in denen noch öfters Eisstöße vorkommen — an allen drei Stellen trägt offenbar die plötzliche Erweiterung des Hochwasserbettes

wesentlich dazu bei. In der nur streckenweise und fast überall bloß einseitig ausgebauten Grenzstrecke, besonders unterhalb der Dunajecmündung, entstehen aber fast alljährlich größere Eisversetzungen, welche durch die ungleichmäßige Breite des natürlichen Strombettes und den unregelmäßigen Abstand der Deiche veranlaßt oder begünstigt werden.

An manchen Stellen finden sie leichtere Ausbildung durch das auf den Inseln und vorspringenden Ufern wuchernde Gehölz. Um einen regelmäßigen Verlauf des Hochwassers und Eisganges herbeizuführen, beabsichtigt man daher durch Maßnahmen bezüglich der Pflanzungen allmählich ein ausreichendes regelmäßiges Bett für die Abführung der mittleren Hochwässer herzustellen (vergl. S. 256/8), ebenso durch eine der größten Abflußmenge entsprechende Bemessung der Deichweiten und Deichhöhen ein ausreichendes Bett für den Abfluß der außergewöhnlichen Hochfluthen. Wenn später die mittels der Pflanzungen bewirkten Anlandungen die gewünschte Höhenlage des Deichvorlandes erreicht haben, sollen die Weidenkulturen auf den Vorländern ausgerodet und durch Wiesen ersetzt werden „bis auf einen entsprechend breiten Streifen längs der entstandenen Hochufer des Mittelhochwasserprofils". An vorspringenden Ufern sollen keine Pflanzungen angelegt werden, um den Angriff auf das gegenüber liegende Ufer nicht zu verstärken. Abgrabungen zu hoher Anhägerungen glaubt man entbehren zu können in der Annahme, daß die Hochwasserströmung mit der Zeit von selbst die aus Sand und Schlick bestehenden Erhöhungen beseitigen werde.

3. Deichweiten und Deichhöhen an der Oberen Weichsel.

In einer Anlage zum internationalen Protokolle von 1896 ist für die österreichische Weichselstrecke Krakau—Njepolomice die vortheilhafteste Deichweite auf 340 m, die vortheilhafteste Deichhöhe auf 6,0 m über Normalwasser ermittelt worden. Für die bei Njepolomice beginnende Grenzstrecke waren durch die internationale Weichselregulirungs-Kommission von 1864 die geringsten Deichentfernungen auf 200 bis 400 Wiener Klafter (379 bis 759 m) festgesetzt. Die Kommission von 1891 beschränkte sich auf das Einzeichnen der beiderseitigen, den bezeichneten Maßen entsprechenden Deichlinien in die Lagepläne unter Berücksichtigung der bestehenden Anlagen und örtlichen Verhältnisse, sowie auf die Vereinbarung, daß stromseitig von diesen Linien keine Deiche ausgeführt werden sollten. In der Anlage zu den internationalen Vereinbarungen von 1896 sind nun die vortheilhaftesten Deichweiten meistens bedeutend größer ermittelt worden als die geringsten Entfernungen nach dem Uebereinkommen von 1864. Vermuthlich hat man die den Ermittlungen zu Grund liegenden Hochwassermengen zu groß angenommen, besonders im unteren Theile der Grenzstrecke, und die hiernach erforderlichen Durchflußquerschnitte (Deichweiten und Deichhöhen) größer bestimmt, als dem wirklichen Bedürfnisse entspricht. Die vortheilhaftesten Deichweiten sollen nämlich betragen: von Njepolomice bis zum Dunajec 340 bis 510 m (statt 379 m), von da bis zur Wisloka 620 bis 750 m (statt 569 m), von da bis zum San 770 bis 810 m (statt 664 m), unterhalb der Sanmündung 940 m (statt 759 m). Diesen Deichweiten sollen als vortheilhafteste Deichhöhen entsprechen: von Njepolomice bis zum Dunajec 6,1 bis 6,5 m, von da bis zur

Wisloka 6,6 m, von da bis zum San 6,7 m, unterhalb der Sanmündung 6,8 m über Normalwasser. Wo wegen der örtlichen Verhältnisse kleinere Deichweiten ausgeführt, z. B. die früher angenommenen Maße festgehalten werden müssen, würde an Stelle der als vortheilhafteste bezeichneten Deichhöhen eine entsprechend größere Höhe zu wählen sein, z. B. für die Deichweite 759 m unterhalb der Sanmündung die Höhenlage der Krone über Normalwasser 7,0 m statt 6,8 m.*)

Ein gewisser Spielraum mußte in dieser Beziehung gelassen werden, da es selbstverständlich unmöglich ist, die beiderseitigen Deiche in völlig regelmäßigen, einander parallelen Linien anzulegen. Vielfach bestehen bereits mehr oder weniger gut ausgeführte Deiche, deren Beibehaltung geboten ist, zumal es sich dabei zum Theil um neue, erst kürzlich fertiggestellte Anlagen handelt. Auf der österreichischen Seite schreitet nämlich seit 1885 der Umbau der Deiche, bei welchem gewöhnlich die früher vereinbarten Linien eingehalten worden sind, ziemlich rasch fort und soll bis zum Jahre 1908 beendigt werden.

Die umgebauten Deiche haben reichliche Stärke und eine sorgfältige Ausführung erhalten, so daß sie denjenigen auf der russischen Seite weitaus überlegen sind. Diese entsprechen großentheils in Bezug auf Abmessungen und Linienführung ihrem Zwecke keineswegs; ja sie wirken theilweise sogar geradezu schädlich. Wie nämlich die Erfahrung lehrt, kommen die Eisversetzungen am häufigsten dort vor, wo solche unzweckmäßig gebauten Deiche liegen. Sie lehrt ferner, daß diese mangelhaft hergestellten oder unterhaltenen Deiche bei großen Hochfluthen die Niederungen nicht schützen, sondern gefährden, weil sie häufig brechen, bei ihrem Bruche aber Hochwasser und Eis mit großer Gewalt durch die Bruchstelle drängen, ausgedehnte Kolke verursachen, das fruchtbare Land weithin versanden und Gebäude zerstören, ganz abgesehen von der Versandung des Stromschlauchs und den Beschädigungen der Strombauwerke in der benachbarten Stromstrecke. Auf der russischen Seite hat man daher die Bruchstellen theilweise überhaupt nicht geschlossen und läßt das Hochwasser in die Niederung einstauen. Auch die österreichischen Deiche ließen früher und lassen theilweise noch jetzt viel zu wünschen übrig; von 1826 bis 1896 sind auf der galizischen Seite der Weichsel durchschnittlich jedes zweite Jahr Deichbrüche erfolgt, welche 2 bis 23 Ortschaften nebst Gemarkungen unter Wasser setzten.

Je weiter der Umbau auf der rechten Seite fortschreitet, um so mehr geräth das linke Thalgelände in Nachtheil. Da seine Bewohner in Zukunft besser als bisher auf wirksamen Schutz Bedacht zu nehmen genöthigt werden, hat die internationale Kommission von 1896 auf Grund der erwähnten Ermittlungen die den vortheilhaftesten Deichweiten entsprechenden Linien in die Stromkarten eingetragen. Diese neuerdings festgestellten Linien sollen stromwärts als äußerste Grenze gelten, über welche hinaus Deichbauten ohne vorheriges beiderseitiges

*) Diese Maße würden für den an der Reichsgrenze liegenden russischen Pegel Zawichost ungefähr den Höhen 7,7 bis 7,9 m a. P. entsprechen. Wie sich aus Kap. 3 dsr. Abth. ergiebt, hat aber der höchste sicher bekannte Wasserstand a. P. Zawichost nur 5,88 m, der Höchststand vom August 1813 angeblich etwa 6,2 m betragen. Die Kronen der nach dem internationalen Protokolle von 1896 geschütteten Deiche würden dort also 1,5 bis 2 m über den früheren höchsten Wasserständen liegen.

Uebereinkommen nicht ausgeführt werden dürfen. Da die Deichweiten in unmittelbarem Zusammenhange mit den Kronenhöhen der Deiche stehen, so wären bei den Bedeichungsentwürfen die in der Anlage zum Protokolle von 1896 berechneten Werthe anzuwenden, falls nicht nähere Ermittlungen ihre Aenderung als nothwendig ergeben. Kronenbreite und Böschungen sind dabei nach den örtlichen Verhältnissen zu bestimmen, die Außenböschungen aber mindestens mit 1 : 2 anzulegen.

4. Russische Eindeichungen an der Oberen Weichsel.

Die Gesammtlänge der Deiche auf dem russischen Ufer der 185 km langen Grenzstrecke des Weichselstroms beträgt 116 km. An den linksseitigen Nebenflüssen sind außer kurzen Rückstaudämmen keine Deiche vorhanden. Der Umbau der alten Deiche, welche etwa 2 bis 4 m Kronenbreite, 2,4 bis 4,3 m Kronenhöhe über Mittelwasser und beiderseits meist 1-fache Böschungen haben, ist noch nicht begonnen worden. Neue Deiche sind nicht hergestellt, abgesehen von einigen durch bäuerliche Besitzer ohne Erlaubniß unzweckmäßig geschüttete Verwallungen, z. B. bei Morsko. Die Erhaltung der vorhandenen Deiche geschieht ausschließlich auf Kosten der Anlieger unter Leitung der nach einer Verordnung von 1833 eingerichteten örtlichen Deichausschüsse, die aber keinerlei technische Anweisungen oder Berather besitzen. Der bei den russischen Pegeln als Anfangspunkt der Ablesungen geltende Niedrigwasserstand, das sogenannte Nullwasser, liegt durchschnittlich 0,7 m unter dem mehrfach genannten Normalwasser und 1,0 m unter dem Mittelwasser, übrigens bei Zawichost beträchtlich höher, bei den anderen russischen Pegeln etwas tiefer als diese Durchschnittszahl. Das bekannte höchste Hochwasser vom August 1813 ist durchschnittlich etwa 5 m über das Nullwasser gestiegen, so daß die Deichkronen mindestens 5,5 m darüber liegen müßten; sie haben jedoch nur 3,4 bis 5,3 m Kronenhöhe über Nullwasser, sind also um wenigstens 0,2 bis 2,1 m zu niedrig. Auf Normalwasser bezogen, beträgt die jetzige Kronenhöhe 2,7 bis 4,6 m, wogegen die vortheilhafteste Deichhöhe für die Grenzstrecke im internationalen Protokolle von 1896 auf 6,1 bis 6,8 m angegeben ist.*)

Die meisten russischen Deiche, besonders unterhalb der Wislokamündung, gewähren nur bei kleineren Hochfluthen bis etwa 3,2 m über Nullwasser (2,5 m über Normalwasser) genügenden Schutz, während z. B. bei Zawichost der durchschnittliche Jahres-Höchststand gegen 4 m, der höchste sicher bekannte Wasserstand aber ungefähr 5,9 m über dem Pegel-Nullpunkte (5,0 m über Normalwasser) liegt. Bei allen 3,2 m übersteigenden Wasserständen, zumal bei Eisgang, sind die Deiche in Folge ihrer mangelhaften Bauart und Vertheidigung bedeutenden Beschädigungen ausgesetzt; sie werden an den niedrigen Stellen überströmt und

---

*) Die als Beilage 13 des genannten Protokolls abgedruckten Mittheilungen über den Zustand der russischen Deiche geben an, daß das Hochwasser vom Jahre 1813 über die Nullpunkte der Pegel bei Kozlica 4,1 m, Korczyn 5,6 m, Sandomjerz 4,7 m und Zawichost 6,2 m gestiegen sei. Bei Zawichost liegt das Mittelwasser gegenwärtig auf rund 1,2 m, das Normalwasser auf etwa 0,9 m a. P., also letzteres 5,3 m unter dem angeblichen Höchststande von 1813, der rund 0,3 m höher als der sicher bekannte Höchststand ist. (Vergl. Fußnote auf S. 271).

häufig durchbrochen, wobei die Seitenströmung ihren Lauf meist durch alte Stromarme nimmt und die Niederung unter Wasser setzt. Die im eigentlichen Strome verringerte Geschwindigkeit ist dann nicht mehr im Stande, die Eisschollen weiter zu tragen, so daß unterhalb der Bruchstelle Eisstopfungen entstehen, die so lange anwachsen, bis schließlich der ganze Eisgang seinen Weg durch den alten Stromarm einschlägt und großen Schaden in der Niederung anrichtet.

Oberhalb des Rudnikbaches kommt auf der russischen Seite zunächst die zwischen der Lößvorstufe und dem Strome ausgedehnte, 56 qkm große Niederung bei Igolomia in Betracht, in welcher einige kleine, im Ganzen 6,6 km lange Deiche liegen, die von verschiedenen Grundbesitzern ohne Zusammenhang hergestellt sind und nur bei kleinem Hochwasser den Ländereien einigen Schutz gewähren. — Die kleinen Thalflächen am linken Ufer zwischen den Mündungen des Rudnikbaches und der Nida, wo die Weichsel dicht am Südrande der Polnischen Platte fließt, bei Nowe-Brzesko, Stary-Brzesko, Sjeroslawice, Jaksice, Morsko, Przemykuw, Pjetrowice, Roguw, Opatowjec, Krasnjew und Sjenislawice mit etwa 7,0 qkm Gesammtinhalt bestehen meistens aus Weideland und Gestrüpp, weshalb keine Eindeichung nothwendig erscheint. Sie würde auch zu theuer ausfallen, da die Breite dieser Niederungen im Verhältniß zur erforderlichen Deichlänge viel zu gering ist. Nur an der Szreniawamündung liegt eine etwas größere Niederung bei Wituw mit 9,8 qkm sehr fruchtbaren Bodens, dessen Eindeichung wünschenswerth wäre.

Von Klonno oberhalb der Nidamündung bis nach Zawichost sind die hier ziemlich breiten linksseitigen Niederungen durchweg mit Deichen versehen. Soweit aus Ueberlieferungen bekannt, stammen die Anlagen theilweise schon aus dem Anfange des 15. Jahrhunderts. In der Folgezeit sind sie, je mehr die zunehmende Bevölkerung Wiesen und Viehweiden in Aecker umwandelte, nach Bedarf weiter ausgebaut worden, besonders längs der Grenzen einzelner Besitzungen, zumeist also in unregelmäßigen gewundenen Linien. Nachfolgend werden diese eingedeichten Niederungen auf der russischen Seite des Unterlaufs der Oberen Weichsel kurz beschrieben.

Am größten ist die Niederung von Stopnica mit 117 qkm eingedeichten und 28 qkm außendeichs liegenden Ländereien. Sie umfaßt eine geringe Fläche zur Rechten der Nida, geschützt von dem bei Klonno (Km. 167) an das Hochufer anschließenden, bei der Nidamündung (Km. 174,8) endigenden Deiche, sowie eine sehr bedeutende Fläche unterhalb dieses Nebenflusses, deren Abschluß mit einem am linken Nidaufer entlang geführten Querdeiche beginnt und bei Podskale (Km. 218,5) an der Ausmündung eines bedeichten Abzugsgrabens endigt. Diese 55 km langen Deiche sind verhältnißmäßig gut, haben aber sehr verschiedenen Abstand vom Strom, von wenigen Metern bis zu 2 km. Die Deichhöhe genügt im Allgemeinen, und Deichbrüche kommen selten vor. — Die kleine, 1,7 qkm umfassende Niederung von Winnica an der Wschodniamündung ist zum Theil von einem Privatdeiche mit ungenügendem Querschnitte eingefaßt. — Die Niederung von Tursko—Osjek mit 22 qkm eingedeichten, 8,4 qkm nicht-bedeichten Landes hat einen bei Tursko-male (Km. 224,7) am Hochufer beginnenden, bei Dlugolenka (Km. 242) endigenden Deich von 16 km Länge, der in ziemlich gutem

Zustande, nur auf der letzten Strecke zu niedrig und zu steil geböscht ist. Im unteren Theile unterliegt die Niederung dem Rückstaue aus der Weichsel.

Die Niederung von Koprzywnica mit 30,8 qkm eingedeichten und 9,5 qkm nicht-bedeichten Landes ist gleichfalls unten offen, da ihr bei Swiniary am Höhenlande beginnender, von Km. 243 bis 258 (oberhalb der Koprzywiankamündung) neben dem Strome entlang laufender Deich am rechten Ufer des Nebenflusses nicht aufwärts geführt ist. Eine kleine, von Privatbesitzern hergestellte Verwallung daselbst vermag nicht zu verhindern, daß bei größerem Hochwasser ein Drittel der Niederung überstaut wird. Auch die übrige Fläche wird oft geschädigt, weil der zu niedrige und viel zu steil geböschte Deich bisher fast alljährlich durchbrochen oder überströmt worden ist. — Die Niederung von Skotniki wird gegen die Koprzywianka hin mit einem bei Sosniczany am Höhenlande beginnenden, 4 km langen Deiche abgeschlossen, gegen die Weichsel mit einem 7 km langen Deiche, der oberhalb der Goryczankamündung bei Kucmjerzuw (Km. 265) endigt. Er hat unzureichenden Querschnitt und im unteren Theile mehrfache Lücken. Nur 16,2 qkm sind einigermaßen geschützt, 15,2 qkm dem Rückstaue ausgesetzt. Außer einigen offenen Schlenken liegen große Sumpfflächen in der Niederung, welche entwässert und zu Wiesen umgewandelt werden könnten, wenn man die drei vom Höhenlande kommenden Wasserläufe in einem Randkanale gemeinsam ableiten würde.

Die nur 28 ha große Niederung bei Sandomjerz hat einen Deich erhalten, um im Schutze desselben einen Winterhafen und den Zufahrtweg zum Landungsplatze an der Weichsel anlegen zu können, was aber bisher noch nicht geschehen ist. — Die Niederung von Dwikozy mit 8,6 qkm Flächeninhalt reicht von Kamjen-msciowski (Km. 273) bis zur Opatowkamündung (Km. 284), wo sich ein Querdeich befindet. Der 10 km lange Hauptdeich ist nicht stark genug und ungünstig zum Strom gelegen. — Die 6,7 qkm umfassende Niederung von Winiary zwischen der Opatowka und Zawichost wird gleichfalls mit einem (am Strome 4 km langen) Deiche von mangelhafter Bauart eingefaßt und leidet durch unzureichende Entwässerung.

5. Oesterreichische Eindeichungen und Entwässerungen an der Oberen Weichsel und ihren Nebenflüssen.

Oberhalb Krakau ist die Weichsel in Galizien nicht mit eigentlichen Deichen versehen; wohl aber liegen in der ziemlich breiten Niederung von der Przemszamündung bis zum Durchbruchthale zahlreiche Dämme von Fischteichen und niedrige Verwallungen zum Schutze werthvoller Grundstücke gegen gewöhnliches Hochwasser, stellenweise hart am Strome, z. B. bei Ochodza (Km. 54/56). Von Krakau bis Njepolomice hat die linksseitige Niederung, ähnlich wie in den oberen Strecken, großentheils solche Höhenlage, daß sie nur bei ungewöhnlichen Hochfluthen auf größeren Flächen überschwemmt wird; die hochwasserfreien Deiche, meist als Fahrwege benutzt, befinden sich nur an den tieferen Stellen, vielfach 0,3 bis 1 km vom Strome entfernt. Das rechtsseitige Ufer ist dagegen von Krakau bis zur Reichsgrenze oberhalb Zawichost fast in ganzer Länge eingedeicht. Außer den Flußmündungen befinden sich in dem Deichzuge nur kurze Lücken:

bei Brzegi oberhalb der Srawamündung (Km. 92/93) und bei Sjedleszczany (Km. 247,5), wo auf kurze Strecke der Tarnobrzeger Landrücken ein Hochufer bildet. Die früher außendeichs befindlich gewesene Gemarkung Nowopole oberhalb der Dunajecmündung ist neuerdings in die Eindeichung der westlichen Weichsel-Dunajec-Niederung aufgenommen worden.

Die im Laufe der letzten Jahrhunderte allmählich entstandenen rechtsseitigen (österreichischen) Deiche bildeten bis vor einigen Jahren fast überall unregelmäßige Linien und waren vielfach weder hoch, noch stark genug, um große Hochfluthen sicher abzuwehren. Nur die seit 1846/48 neu entstandenen Anlagen hatten unter Aufsicht und mit Beihülfe des Staates zweckmäßigere Lage und genügende Abmessungen erhalten. Nachdem im Juni 1884*) viele Deichbrüche und verheerende Ueberschwemmungen entstanden waren und nach dem Erlasse des Reichs-Meliorationsgesetzes vom 30. Juni 1884, welches die Betheiligung des Staates und der Kronländer bei Eindeichungen regelt, ist der galizische Landesausschuß thatkräftig mit dem Umbaue und der Ergänzung der Deichanlagen an der Weichsel, an den unteren Strecken der Gebirgsflüsse und an den Flachlandflüssen vorgegangen, deren gleichzeitig bewirkter Ausbau in Verbindung mit dem Grabennetze der Binnenentwässerung eine durchgreifende Melioration der Niederungen bewirkt. Die Eindeichungen an den Nebenflüssen schützen nicht nur gegen den Rückstau aus der Weichsel, sondern sind oder werden so weit aufwärts geführt, daß sie die ebenso gefährlichen Hochfluthen des Dunajec und der übrigen Flüsse innerhalb des niedrig liegenden Flachlandes in Schranken halten. Die Ausführung der Arbeiten erfolgt auf Grund besonderer Landesgesetze durch den Landesausschuß. Die Kosten übernimmt zu 30 bis 50% der Reichs-, zu 40 bis 50% der galizische Landes-Meliorationsfonds und zu 10 bis 40% werden sie je nach der Leistungsfähigkeit von den freiwillig oder zwangsweise gebildeten Wassergenossenschaften oder von den Bezirken aufgebracht.

Die Deiche der Nebenflüsse folgen dem Bette zu beiden Seiten in solchem Abstande und erhalten solche Höhe, daß das größte Hochwasser 0,5 m unter der Deichkrone bleibt. Je nach der Größe des Niederschlagsgebiets, seiner Bodengestalt, Durchlässigkeit und Kulturart wird die größte Abflußmenge auf 0,13 bis 5,15 cbm/qkm in der Sekunde angenommen. Diese Annahmen haben Deichweiten von 30 bis 500 m erforderlich gemacht. Für die im Flachlande gelegenen Strecken der Gebirgsflüsse sind die sekundlichen Abflußzahlen der Hochfluthen mit 0,24 bis 0,69 cbm/qkm in Rechnung gestellt worden. Insbesondere hat man die dem höchsten bekannten Hochwasser von 1813 entsprechende Abflußmenge für den Dunajec an seiner Mündung auf 4900, für die Wisloka auf 2500, für

*) „Die einmalige Ueberschwemmung, welche nach dreitägigem ungemein starkem Regen im Juni 1884 eintrat, verursachte (auf Grund genauer, durch die k. k. Bezirkshauptmannschaften und die Bezirksvertretungen gesammelter Daten) auf einer Fläche von 2200 qkm in 52 galizischen, größtentheils dem Weichselstromgebiet angehörigen Bezirken und in der Stadt Krakau einen Schaden von 13 734 000 Gulden. Die Höhe der durch die verhältnißmäßig kleinere Ueberschwemmung im Jahre 1893 angerichteten Schäden erreichte in 35 Bezirken 10 Millionen Gulden". (Bericht über das Meliorationswesen in Galizien, Lemberg 1898.)

den San auf 4000 cbm/sec berechnet, die entsprechende Deichweite für den Dunajec auf 500, für die Wisloka auf 400 und für den San auf 500 m. Da an diesen Flüssen streckenweise bereits Deiche vorhanden waren, welche benutzt werden sollten, theilweise auch schlecht verlandete Schlenken umgangen werden mußten, so zeigen die Deiche zuweilen beträchtlich größeren Abstand, beispielsweise am San oberhalb Majdan-zbydniowski bis zu 1100 m. Der Uebergang aus den regelmäßigen Deichweiten in solche erweiterte Stellen erfolgt ganz allmählich mit schlanken Linien.

Während die galizischen Weichseldeiche früher vielfach nur 2 m Kronenbreite, 1,5-fache Außen- und 1-fache Binnenböschung hatten, auch großentheils zu niedrig lagen, haben sie bisher beim Um- und Neubau 3 m Kronenbreite (5 m, wenn sie als Fahrweg dienen), 2-fache Außen- und 1,5-fache Binnenböschung erhalten, ferner 0,5 m Kronenhöhe über dem höchsten bekannten Wasserstande vom August 1813, d. h. 5,5 bis 6,4 m über Normalwasser. Sie sind also etwas niedriger als die reichlich hoch gegriffenen Maße für die vortheilhaftesten Deichhöhen, welche im internationalen Protokolle von 1896 unterhalb Krakau auf 6,0 m, oberhalb Zawichost auf 6,8 m angegeben werden. Die Deiche an den Gebirgsflüssen (Raba, Dunajec, Wisloka, San) erhalten ebenfalls 3 m, an den Flachlandflüssen 2 m Kronenbreite und gleiche Böschungsanlage wie diejenigen an der Weichsel. Bloß wenn der Schüttungsboden sehr sandig ist, giebt man der Außenböschung 3-fache Anlage. Die fertige Schüttung wird mit Grasarten besamt, die der Bodenbeschaffenheit angepaßt sind. Nur die Außenböschung von Sanddeichen und die Böschungsflächen in Nähe der Siele werden mit Rasen abgedeckt.

Solche zur Entwässerung der Binnenländereien bestimmten, mit selbstthätigen Thoren oder Klappen verschließbaren Siele werden entweder in Bruchsteinmauerwerk auf Betonbett als gewölbte Durchlässe von 0,8 bis 1,0 m Weite und 0,9 bis 1,2 m Höhe hergestellt oder aus Betonrohren von 0,3 bis 0,6 m Durchmesser. In den oberen Strecken bezieht man die Bruchsteine aus den österreichischen Steinbrüchen oberhalb Krakau, in den unteren Strecken aus den russischen Steinbrüchen im Koprzywiankathale und an den Pfefferbergen bei Sandomjerz. Für die Bestimmung des erforderlichen Durchflußquerschnitts wird angenommen, daß die Hochwasser-Abflußmenge in den Niederungen je nach der Größe des Entwässerungsgebietes 0,13 bis 0,30 cbm/qkm betrage. Die Sohle der Siele wird 5 cm unter Normalwasser der Weichsel oder des Vorfluthflusses gelegt, bei großer Länge des Außentiefs um so viel höher, daß vom Siele bis zum Flußspiegel bei jenem Wasserstande 0,5 ‰ Längengefälle bleibt. Die Tiefe der Binnen-Entwässerungsgräben hängt vom Normalwasserstande des Vorfluthflusses und von der Kulturart ab. Bei den kleinen Abzugsgräben macht man die Sohle nicht breiter als 0,3 bis 0,5 m, um durch kräftigere Strömung das Zuwachsen zu erschweren. Die Grabenböschungen, welche 1,5- bis 2-fache Anlage erhalten, werden im Sandboden mit Flechtzäunen und Rasenbekleidung gesichert. Im Uebrigen erfolgt die Berechnung der Entwässerungsgräben auf Grund der Voraussetzung, daß die Wasserstände vom April bis Oktober beim Ackerland auf 1,5 m unter Bodenoberfläche, bei Wiesen auf 1,0 m gesenkt werden können, sowie daß das Grabennetz die Hochwassermenge unschädlich abzuführen vermag.

Hand in Hand mit diesen Anlagen der Binnenentwässerung und der Eindeichung mußte die Begradigung und der Ausbau der Flachlandbäche und Flachlandflüsse gehen. Ihre Querschnitte erhalten trapezförmige Form mit Böschungen von 1 : 2 in festem, von 1 : 3 in sandigem Boden. Nur wo der Boden sehr widerstandsfähig ist, haben sich Doppelprofile mit schmalem Trapez für das Mittelwasser und erweitertem Trapez für das Hochwasser standfähig erwiesen; in sandigem Boden wird dagegen durchweg einfaches Profil angewandt. Die Böschungen sichert man am Fuße bis zur Mittelwasserhöhe durch Flechtzäune, von da aufwärts durch Berasung. Bloß beim Ausbaue des Leng zeigte sich in der oberen gefällreicheren Strecke (0,6 bis 1,2°/₀₀) eine Sicherung mit Faschinenlagen und Weidenpflanzung als nothwendig. Bei der Linienführung des neuen Flußlaufs wird möglichst das alte Bett beibehalten, aber soweit begradigt, daß der Lauf aus schwachen Krümmungen und geraden Strecken besteht.

Die Kosten des Ausbaues und der beiderseitigen Eindeichung der Flachlandflüsse betragen für das Kilometer 6- bis 12 000 Gulden, die Kosten des Umbaues der Deiche an der Weichsel und den Gebirgsflüssen 6- bis 11 000, die Kosten des Neubaues an denselben Wasserläufen 10- bis 12 000 Gulden, Grunderwerb und Deichbauwerke einbegriffen. Die Herstellung der Entwässerungsgräben kostet durchschnittlich 1400 Gulden auf das Kilometer, wobei als mittlere Abmessungen 0,3 m Sohlenbreite, 6,3 m Bordbreite und 2,0 m Tiefe anzunehmen sind. Die Ausführung der Arbeiten wird unter Leitung der Ingenieure des galizischen Landes-Meliorationsbureaus*) ausschließlich in Regie bewirkt ohne Mitwirkung von Bauunternehmern. Nach dem Abschlusse der Arbeiten werden Unterhaltungsstatute erlassen, welche im Einzelnen die vom Kronlande und von den Verbandsgenossen zu leistenden Antheile der Unterhaltungskosten, die Nutzungsbeschränkungen für die Deiche und Vorländer einschließlich der Flußufer, sowie die den Verbandsgenossen obliegenden Pflichten bei der Deichvertheidigung regeln.

Die technische Aufsicht über die Deich- und Entwässerungsanlagen erfolgt durch die ständigen Meliorationsingenieure des Landesausschusses, denen eine genügende Zahl von Meliorationsaufsehern, sowie von Deich- und Grabenwärtern zugetheilt ist, welche die ihnen überwiesenen Strecken täglich begehen und kleinere Ausbesserungen vornehmen müssen. Ueber die etwa erforderlichen größeren Ausbesserungen befindet die im Frühjahre jeden Jahres unter Leitung eines Meliorationsingenieurs durch Vertreter des Verbandes erfolgende Schauung, die dann im Herbste wiederholt wird, um die inzwischen fertiggestellten Arbeiten abzunehmen.

Der Um- und Neubau der Weichseldeiche von Krakau bis Njepolomice auf 19,5 km Länge, verbunden mit dem Ausbaue nebst Eindeichung der Niederungsbäche Drwina, Srawa, Zabawa und Podlenzowka auf 16 km Länge, ferner mit den Anlagen zur Verbesserung der Binnenentwässerung, ist nach dem Landes-

---

*) Das Landes-Meliorationsbureau besteht aus dem Direktor, seinem Stellvertreter, 6 Oberingenieuren, 19 Ingenieuren und 16 sonstigen technischen Beamten. Außer dem in Lemberg befindlichen Zentralbureau sind neun sogenannte Expósituren vorhanden, hiervon sechs innerhalb des Weichselstromgebiets in Krakau, Wadowice, Tarnuw, Jaslo, Sanok und Jaroslau. Nähere Angaben über das Meliorationswesen enthält der zur Jubiläumsausstellung in Wien 1898 erstattete Bericht.

gesetz vom 19. Oktober 1892 größtentheils fertiggestellt. Dieses Landesunternehmen bezweckt den Schutz gegen Ueberschwemmungen und die Entwässerung von 51 qkm Grundfläche. — Die Vervollständigung der Eindeichung am linken Weichselufer von Krakau bis zur Reichsgrenze soll als Landesunternehmen nach dem Gesetze vom 5. Februar 1897 begonnen werden, sobald die Wassergenossenschaft gebildet ist, deren Betheiligungsfläche 29,5 qkm umfassen wird. — Für den Umbau der rechtsseitigen Weichseldeiche von Njepolomice bis zur Rabamündung auf 26,5 km Länge befinden sich die Entwürfe in Bearbeitung; im Zusammenhange hiermit steht der Ausbau nebst Eindeichung der Drwinka und der Umbau des 12 km langen linksseitigen Deichs an der Raba. — Für den Umbau der Weichseldeiche von der Rabamündung bis zum Dorfe Wola-rogowska (oberhalb der Kisjelinamündung) auf 19,5 km Länge, einschließlich eines Umbaues des 12 km langen rechtsseitigen Rabadeichs und des Ausbaues nebst Eindeichung der Grobka, Uszwica und Uszewka auf zusammen 53 km Länge, sind die Vorarbeiten beendigt. — Die nach dem Landesgesetze vom 1. Juli 1886 begonnene Eindeichung der Weichsel von Wola-rogowska bis zur Dunajecmündung (einschließlich des Schutzdeichs für das Dorf Nowopole) mit 3,5 km und des linksseitigen Dunajecdeichs von der Mündung aufwärts bis Biskupice-radlowskje auf 18 km Länge, verbunden mit dem Ausbau nebst Eindeichung der Kisjelina auf 16 km Länge, ist in der Hauptsache vollendet. — Die Weiterführung des linksseitigen Dunajecdeichs flußaufwärts auf 14 km Länge bis zur Eisenbahnbrücke bei Bogumilowice (Landesgesetz vom 2. September 1895), wodurch 27,3 qkm sehr fruchtbare Niederungsländereien gegen das Dunajechochwasser geschützt werden sollen, ist noch unfertig, weil bisher keine Zwangsgenossenschaft zu Stande kam.

Der rechtsseitige Dunajecdeich ist im Zusammenhange mit der Bialaeindeichung (vergl. S. 56 u. 264/5) von der Eisenbahnbrücke bei Bogumilowice bis zur Mündung auf 34 km Länge theilweise neu angelegt, theilweise umgebaut (Landesgesetz vom 1. September 1892). — Für den Umbau des 43 km langen Weichseldeichs von der Dunajecmündung bis zur Mündung des Neuen Bren werden die Entwürfe bearbeitet. In dieser Niederung ist jedoch die Entwässerung zum Theil bereits geregelt durch die auf S. 48 erwähnten Genossenschaften für den Ausbau der Zabnica und die Anlage des Zyblikjewiczkanals. Der Ausbau, verbunden mit der Herstellung von 42 km Deichlänge und mit der Binnenentwässerung im Gebiete des Neuen Bren und seiner Nebenbäche wurde nach dem Landesgesetz vom 13. Mai 1885 von einer 1888 gebildeten Genossenschaft begonnen und soll als Landesunternehmen beendigt werden. — Die Vervollständigung der Eindeichung der Weichsel und der Wisloka innerhalb des Mjelecer Bezirks wird nach dem Gesetz vom 30 Januar 1896 als Bezirksunternehmen behandelt; dieses Gesetz bezieht sich auf den Umbau und Neubau des 27,5 km langen Weichseldeichs von der Brenmündung bis zur Mündung des Chorzelowkakanals (Km. 237) bei Przykop, der beiderseitigen 38,7 km langen Wislokadeiche und der beiderseitigen Deiche des in die Wisloka mündenden Alten Bren. Obgleich seitens des Staats noch keine Geldmittel bereitgestellt werden konnten, hat kürzlich der Landesausschuß die Arbeiten in Angriff genommen (vergl. S. 48). —

Die Ergänzung des Ausbaues und der Eindeichung des Alten Bren auf 11 km Länge wurde bereits nach dem Landesgesetze vom 1. Juli 1886 durch eine freiwillige Wassergenossenschaft bewirkt. Für den rechts vom Wislokathale, gelegenen Niederungstheil, welcher durch den Chorzelowkakanal Vorfluth erhält, besteht eine besondere Entwässerungs-Genossenschaft, die durch Darlehen aus den öffentlichen Meliorationsfonds unterstützt worden ist.

Der mit einer 24 km langen Eindeichung verbundene Ausbau der Babulowka, der Krzemjenica und des Ruw hat nach dem Landesgesetze vom 10. Juni 1888 begonnen und soll 1901 zu Ende geführt werden. Bereits beendigt ist die Eindeichung der Trzesniowka auf 9 km nebst Ausbau dieses Baches und seines Nebenbaches Zupawa auf 17 km Länge nach dem Landesgesetze vom 11. Juni 1887, ebenso der Ausbau und die Eindeichung des Leng auf 20 km Länge nach dem Landesgesetze vom 1. Juli 1886. Der Ausbau des Leng wird nach einem Nachtragsgesetz von 1895 um 4,5 km weiter flußaufwärts geführt und durch bessere Uferdeckungen ergänzt. Während diese Meliorationen als Landesunternehmen unter Heranziehung der Zwangsgenossenschaft zu 30 % des Kostenaufwandes hergestellt worden sind, werden die Kosten für den Ausbau des wildbachartigen oberen Leng und für die Aufforstungen an seinen Steilufern je zur Hälfte aus dem Reichs- und Landes-Meliorationsfonds bestritten. — Der Umbau der 42 km langen Weichseldeiche vom Chorzelowkakanale bis zur Reichsgrenze, die Vervollständigung der beiderseitigen Deiche des San auf 51 km Länge, sowie die Herstellung von 24 km langen Rückstaudeichen an den Seitengewässern Strachocka, Jodlowka und Bukowa sind nach dem Landesgesetze vom 9. Juni 1889 als Bezirksunternehmen des Bezirks Tarnobrzeg größtentheils fertiggestellt, zum kleineren Theil noch in Ausführung begriffen (vergl. S. 49).

Nach der geplanten Vervollständigung der linksseitigen Deiche von Krakau bis Njepolomice werden die österreichischen Weichselniederungen unterhalb Krakau vollständig im Schutze von hochwasserfreien Deichen liegen, die zum Theil bereits planmäßig ausgebaut oder im Umbau begriffen sind. Längs der rund 185 km langen Grenzstrecke von Njepolomice bis Zawichost hat die Weichsel auf dem rechten Ufer 162 km Deiche. Die Gesammtlänge der ausgeführten und geplanten Deiche an den galizischen Nebenflüssen beträgt 612 km. Von 1885 bis 1896 sind neu- und umgebaut worden: an der Weichsel 37 km, an den unteren Strecken der Gebirgsflüsse 105 km, an den Flachlandflüssen 292 km Deiche. In Ausführung befinden sich: an der Weichsel 36 km, an den unteren Strecken der Gebirgsflüsse 51 km, an den Flachlandflüssen 20 km Deiche. Geplant ist der Um- und Neubau von 89 km Deichen an der Weichsel, 24 km an der Raba und 120 km an den Flachlandflüssen. Hierzu kommen die mit diesen Eindeichungen in Verbindung stehenden Arbeiten für den Ausbau der Flachlandflüsse und für die Binnenentwässerung der Niederungen. Es ist zu hoffen, daß diese umfangreichen Wasserbauten, welche außer dem Schutze gegen die Hochfluthen auch die Erhöhung der Ertragsfähigkeit des fruchtbaren Alluvialgeländes bezwecken, reichen Segen bringen werden für das Kronland Galizien, dessen Bevölkerung fast ausschließlich auf die Erträge der Landwirthschaft angewiesen ist.

2. Abtheilung. 3. Kapitel.

Der Weichselstrom in Russisch-Polen.

(Sanmündung bis Reichsgrenze.)

I. Stromlauf und Stromthal.

Unterhalb der Sanmündung gehört das rechte Weichselufer noch auf 8,3 km Länge zum österreichischen Kronlande Galizien. Dann tritt der Weichselstrom vollständig in Russisch-Polen ein bis zur deutschen Reichsgrenze an der Mündung des kleinen Grenzflüßchens Tonczyna. Diese bildet keinen natürlichen Abschnitt des Stromlaufs, trennt aber dennoch die Untere Weichsel in zwei grundverschiedene Theile, da die preußische Strecke durch sorgsame Pflege ein völlig anderes Gepräge erhalten hat wie die verwilderte, der Willkür der Strömungen überlassene Strecke innerhalb Rußlands. Aehnlich wie bei der Oberen Weichsel erfolgt die Betrachtung des Stromlaufs und Stromthals gesondert für die 266,5 km lange Mittlere Weichsel von der San- bis zur Narewmündung (I A) und für die 160,5 km lange russische Strecke der Unteren Weichsel von der Narewmündung bis zur deutschen Reichsgrenze (I B). Dagegen werden der Abflußvorgang (II) und die wasserwirthschaftlichen Verhältnisse (III) für den ganzen Weichselstrom in Russisch-Polen gemeinsam behandelt, abgesehen von den im 18. Kapitel gleichzeitig mit denjenigen der Oberen Weichsel und ihrer Nebenflüsse dargestellten Hochwasser- und Eisverhältnissen.

I A. Mittlere Weichsel.

(Sanmündung — Narewmündung.)

1. Uebersicht.

Nach Pusch's Meinung („Geognostische Beschreibung von Polen", Bd. I S. 37) herrschte ehemals längs der Beskiden bis zum jetzigen Weichselthale leicht zerstörbarer Sandstein vor, während gegen Norden feste, schwer zerstörbare Muschel-

und Jurakalksteine des südpolnischen Hügellandes, weiterhin Kreidemergel und Grauwackenschiefer liegen. Die Weichsel grub sich daher ihr Bett auf der Grenzscheide jenes milden Sandsteins aus. „Endlich überwältigte der von Südosten einströmende San die Weichsel und zwang sie, das Gebirge in nördlicher Richtung zu durchschneiden. Dieser Durchschnitt ist zwischen Kasimjerz und Janowjec am engsten und am deutlichsten zu sehen. Das Weichselthal ist hier als Querthal zu betrachten, das sich freilich sehr bald erweitert.“ Wie weit die bezeichnete Anschauung begründet ist, bedarf an dieser Stelle keiner Prüfung. Jedenfalls besteht die Thatsache, daß der Weichselstrom an der Sanmündung eine scharfe Wendung nach Norden vollzieht und bis Nowo-Aleksandrija durch die Ablagerungen der Kreideformation fließt, welche an ihren Thalrändern vielfach zu Tage treten. Von Nowo-Aleksandrija bis Warschau verfolgt der Strom nordwestliche Richtung durch das polnische Flachland. Unterhalb dieser Stadt biegt er gegen Westen um in das diluviale Warschau—Berliner Hauptthal und vereinigt sich gleich danach mit dem Narew, der ihm die großen Wassermassen des Bug außer seinen eigenen zuführt.

Nowo-Aleksandrija und Warschau bilden also zwei wichtige Grenzpunkte natürlicher Theilstrecken, ebenso die Mündungen der beiden großen Nebenflüsse Wjeprz und Pilica. Weitere Abschnitte ergeben sich durch das Ueberschreiten der Reichsgrenze bei Zawichost, sowie durch die Mündungen der mittelgroßen Nebenflüsse Kamjenna, Ilza, Radomka und Swider. Die im Ganzen 266,5 km lange Mittlere Weichsel theilen wir also bei der folgenden Betrachtung in zehn Strecken, begrenzt durch die Punkte: Sanmündung—Reichsgrenze (Zawichost)—Kamjennamündung—Ilzamündung—Nowo-Aleksandrija—Wjeprzmündung—Radomkamündung—Pilicamündung—Swidermündung—Warschau—Narewmündung. Bei Nowo-Aleksandrija und Warschau (Alexanderbrücke) liegen die Grenzpunkte an der Pegelstelle.

Die österreichische Stationirung des Stromlaufes weist an der Reichsgrenze bei Zawichost die Kilometerstation 287,9 auf. Nach der vom russischen Verkehrsministerium 1892 veröffentlichten „Uebersicht der Binnenwasserstraßen des europäischen Rußlands“ beträgt die Länge der Wasserstraße von Zawichost bis Nowo-Aleksandrija 93,1, von da bis Warschau 153,0 km, zusammen 246,1 km. Dagegen ergab die Abmessung in der Mittellinie des Stromes (auf den russischen Generalstabskarten 1 : 126 000) für diese Entfernungen 83,7 und 140,4 km, zusammen also 224,1 km Länge. Fast ebenso viel hat das 1826 vom russischen Ingenieur Köppen ausgeführte Nivellement angegeben, nämlich 223,5 km. Die Mehrlänge des amtlichen Verzeichnisses erklärt sich daraus, daß die Entfernungen dabei nicht auf die Mittellinie des Strombettes, sondern auf die in diesem Bette Schlangenwindungen beschreibende Fahrrinne bezogen sind, welche in den einzelnen Strecken 8 bis 10 % länger als die für unsere Stationirung benutzte Mittellinie ist. Letztere mußte als maßgebend angenommen werden, da die österreichische und preußische Stationirung sich gleichfalls auf die Stromachse beziehen. Uebrigens wird bei Hochfluthen die Strömung wohl mehr der Mittellinie des Bettes als der gewundenen Fahrrinne folgen.

2. Grundrißform. 3. Gefällverhältnisse.

Während nach obigen Mittheilungen die Längen der einzelnen Strecken mit genügender Genauigkeit bestimmt werden konnten, lagen für die Mittelwasserhöhe nur die aus der Tillo'schen Karte zu entnehmenden Angaben vor, außerdem aber sichere Zahlen für die Anschlüsse an die österreichische und preußische Nachbarstrecke, sowie für den Warschauer Pegel. Die vom russischen Ingenieurgeneral Tillo 1888 herausgegebene „Karte der Längen und Gefälle der Flüsse des europäischen Rußlands" ermöglicht, einen Längenschnitt des Stromlaufs aufzutragen, der allerdings wegen des kleinen Maßstabs (1 : 2 520 000) der Karte nicht genau sein kann, zumal die Längenangaben mit den von uns ermittelten nicht überall zusammenstimmen. Für den Pegel bei Zawichost wird im österreichischen Nivellement die Höhenlage des Nullpunkts auf + 135,62 m angegeben; in der Jahresreihe 1877/94 betrug die Höhenlage des Mittelwassers 1,17 m a. P.; die entsprechende Meereshöhe wäre also + 136,79 m, was mit der in oben bezeichneter Weise ermittelten Zahl + 137,0 m fast genau übereinstimmt. An der deutsch-russischen Reichsgrenze liegt nach Bl. 30 die Mittelwasserhöhe des Weichselstroms für 1871/95 auf + 38,6 m, wogegen nach Tillo das Mittelwasser auf + 38,3 m liegen soll. Am Warschauer Pegel, dessen Nullpunkt auf + 77,71 m liegt, hat das für die Jahresreihe 1877/94 um 1,19 m höhere Mittelwasser die Meereshöhe + 78,90 m, während sie nach Tillo + 78,8 m beträgt. Da die Mittelwasserzahlen nicht auf dieselben Beobachtungs-Jahresreihen bezogen sind, und da ferner die Horizonte der russischen, österreichischen und preußischen Nivellements einander nicht genau entsprechen, stimmen die ganz verschiedenen Quellen entnommenen Höhenangaben an jenen drei Punkten weit besser überein, als man füglich erwarten kann.

Auf Grund der bezeichneten Unterlagen ist nachstehende Tabelle über die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse der einzelnen Strecken der russischen Mittleren Weichsel zusammengestellt worden. Im Ganzen hat danach der 266,5 km lange Stromlauf 71,7 m Fallhöhe, also 0,269 ‰ (1 : 3720) mittleres Gefälle. Am größten ist dasselbe unterhalb der Pilica- bis zur Swidermündung (0,356 ‰), am kleinsten in der unmittelbar anschließenden Strecke bis Warschau (0,165 ‰), welche durch die Stromenge zwischen Warschau und Praga angestaut wird. Der ehemalige Weichselstrominspektor Kolberg beziffert (in Orgelbrand's polnischer Enzyklopädie) das Durchschnittsgefälle der Mittleren Weichsel auf 5 bis 6 Pariser Fuß für eine geographische Meile (0,220 bis 0,263 ‰). Er fügt hinzu, daß das örtliche Gefälle hiervon in weiten Grenzen abweicht und an denselben Stellen häufigen Aenderungen unterliegt. „Dies hängt hauptsächlich von der Lage, Höhe und Ausdehnung der im Strombett wandernden Sände ab. Je nachdem diese Sände mit der Fluthströmung thalwärts wandern, ändert sich das Gefälle. — Wenn im einen Jahre beim Beharrungszustande der Spiegelhöhenunterschied zwischen zwei Pegelstellen z. B. 1½ Fuß betrug, kann er im anderen Jahre ½ Fuß, aber auch 2½ Fuß betragen. Oder wenn im einen Jahre die Pegel zweier Orte beim Beharrungszustande gleiche Wasserstandshöhe anzeigten, können sie im anderen Jahre einen Unterschied von 2 Fuß und darüber angeben."

Stromstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
	139,2						
Sanmündung—Reichsgrenze . . .		2,2	8,3	0,265	3770	7,8	6,4
	137,0						
Reichsgrenze—Kamjennamündung .		7,1	33,2	0,214	4680	29,6	12,2
	129,9						
Kamjennamündung—Ilzamündung .		5,4	19,7	0,274	3650	17,2	14,5
	124,5						
Ilzamündung—Nowo-Aleksandrija .		7,4	30,8	0,240	4160	25,0	23,2
	117,1						
Nowo-Aleksandrija—Wjeprzmündung		5,8	20,3	0,286	3500	17,0	19,4
	111,3						
Wjeprzmündung—Radomkamündung		10,7	40,4	0,265	3780	32,1	25,9
	100,6						
Radomkamündung—Pilicamündung .		6,6	25,2	0,262	3820	20,7	21,7
	94,0						
Pilicamündung—Swidermündung .		11,4	32,0	0,356	2810	27,0	18,5
	82,6						
Swidermündung—Warschau . . .		3,7	22,5	0,165	6080	21,7	3,7
	78,9						
Warschau—Narewmündung . . .		11,4	34,1	0,334	2990	30,4	12,2
	67,5						
Im Ganzen . . .	—	71,7	266,5	0,269	3720	204,6	30,3

Die Gesammtentwicklung ist in Folge des Richtungswechsels der Weichsel bei ihrem Eintritt in das Flachland und beim Uebergange in das Warschau—Berliner Hauptthal größer als die Entwicklung in den einzelnen Strecken. Diese wird nur zwischen der Ilzamündung und Nowo-Aleksandrija vorwiegend durch die gekrümmte Gestalt des Thales, sonst fast ausschließlich durch die gewundene Form des Stromlaufs verursacht. Sie hat die kleinsten Werthe in der ziemlich geradlinigen Strecke von der Swidermündung bis Warschau und in der schlank geformten Strecke oberhalb der österreichisch-russischen Reichsgrenze, den größten Werth zwischen der Wjeprz- und Radomkamündung, wo die Weichsel eine Wellenlinie mit vier großen Gegenkrümmungen beschreibt. Außerdem finden sich erhebliche Werthe noch in der letzten Strecke des Querthals (Ilzamündung—Nowo-Aleksandrija) und unterhalb der Radomkamündung, wo der Strom zunächst an den rechtsseitigen Thalrand und alsdann schräge über das Thal hinweg nach der am linksseitigen Thalrande mündenden Pilica fließt.

Die Krümmungen sind meistens ziemlich flache Bögen mit großen Halbmessern, die selten unter 1000, gewöhnlich über 1500 bis 2000 m betragen. Die schärfsten Krümmungen mit weniger als 1000 bis herab zu 600 m Halbmesser liegen zwischen den Mündungen der Kamjenna und Ilza. Während die Mittellinie des Strombettes demnach im großen Ganzen eine ziemlich schlanke Grundrißform besitzt, wird die Benutzung der Weichsel als Wasserstraße wesentlich behindert durch die zahlreichen scharfen Krümmungen der Fahrrinne. An vielen Stellen ist das Bett derart mit Sänden angefüllt, daß die Fahrrinne eine zur Stromrichtung nahezu senkrechte, manchmal sogar zurückspringende Lage annimmt. Beispielsweise mußte im Juni 1898 der Dampfer vom Zawichoster Anlegeplatz

fast rechtwinklig über den Strom zum rechten Ufer fahren, gleich danach wiederum zum linken, was sich bis zur Kamjennamündung noch mehr als zehnmal wiederholte. Wenn man die Längen der Fahrrinne mit den Luftlinien vergleicht, so erhöhen sich die Entwicklungszahlen auf 14 bis 38 %.

Diese verwilderte Beschaffenheit des Strombettes, welche eine so ungünstige Grundrißform der vom fließenden Wasser benutzten Rinne bedingt, wird durch die ungemein große Sandführung des Weichselstroms verursacht. Sein breites Alluvialthal besteht nämlich fast durchweg aus Bodenarten, die den Angriffen der Strömung nur geringen Widerstand entgegensetzen, hauptsächlich aus thonigem, mit feinem Sande gemengtem Schlick oder aus feinkörnigem reinem Sand. Der ehemalige Weichselstrominspektor Kostenecki hat die Größe der Bodenfläche, welche an der polnischen Weichselstrecke alljährlich vom Strome abgebrochen wird, auf etwa 160 ha geschätzt, was im Durchschnitt 2 m Uferbreite entspricht. Der weitaus größte Theil der durch die Abbrüche in die Strömung gerathenden Sand- und Schlickmassen wird an anderer Stelle, sei es im Bette, sei es bei höheren Wasserständen auf dem überschwemmten Seitengelände wieder abgelagert. In Folge dessen sind überall ausgedehnte wandernde Sände vorhanden, deren allmähliche Weiterwanderung die Lage der Stromrinne fortwährend verändert, auch zwischen den beiderseitigen Einschränkungswerken bei Warschau.

An geschützten Stellen geht die Bewegung der Sände so langsam vor sich, daß ihre Höhe mehr und mehr zunimmt, bis sie schließlich durch Selbstbesamung mit Weidengebüsch bewachsen und zu Inseln umgewandelt werden, welche das Strombett in einzelne Arme spalten. Bei kleinen Wasserständen treten allenthalben Mittelsände hervor, zwischen denen sich mehrere Rinnen in geringer Breite mit gewundener Gestalt hindurch ziehen. Das große Hochwasser überschwemmt auch jene Inseln meistens, versetzt sie in Abbruch und schiebt sie durch neue Anlandungen am unteren Ende thalwärts. Die bedeutenden Eismassen, welche sich bei strengem Winter in dem übermäßig breiten und flachen Strome bilden, finden auf seinen zahlreichen Untiefen Hindernisse ihres glatten Abgangs und verstopfen die Rinnen. Wenn dann der Wasserdruck die Verstopfung nicht zu lösen vermag, so umgehen die nachdrängenden Fluthen das Hinderniß seitwärts, indem sie an einem der beiden Ufer ein neues Bett einreißen. Daher weist der Stromlauf in seiner ganzen Länge eine Menge von Spaltungen auf, deren Zahl um so größer wird, je mehr Sände bei fallendem Wasserstande auftauchen.

Besonders stark verästelt ist der Stromlauf zwischen den Mündungen des Wjeprz und der Pilica, wo die Hochwasserströmung über die Ufervorsprünge der Krümmungen quer hinweg geht und die Ablagerungen in der Hauptrinne nicht kräftig genug zu räumen vermag, namentlich bei Stenzyca und Paprotnia. Lange Nebenarme, die ihre Form und Lage schon seit Jahren einigermaßen behalten haben und dauernde Spaltungen der Strömung bei allen Wasserständen bilden, kommen nur an wenigen Stellen vor: ein 6 km Nebenarm oberhalb Dorotka unweit von der Kamjennamündung, zwei unmittelbar auf einander folgende Nebenarme ober- und unterhalb von Solec mit zusammen 11 km Länge zwischen den Mündungen der Kamjenna und Ilza, sowie der als Lacha (lacha heißt im Polnischen Fluthарm oder Schlenke) bezeichnete 12 km lange, auch bei

Niedrigwasser gefüllte Nebenarm zwischen den Mündungen der beiden rechtsseitigen Nebenbäche Okrzejka und Promnikbach. Die Inseln sind am reichlichsten in den oberen Strecken vertreten (oberhalb der Kamjennamündung meist bewaldet oder mit dichtem Gestrüpp bedeckt), die weniger hohen, aber sehr ausgedehnten Sände am reichlichsten in den unteren Strecken.

4. Querschnittsverhältnisse. 5. Beschaffenheit des Strombetts.

Die Breite des Strombettes zwischen den Bruchufern schwankt in weiten Grenzen von etwas über 400 bis 1900 m. Selbst wo sich keine Spaltungen bei gewöhnlichem Wasserstande bilden, hat der Wasserspiegel oft über 600 bis 700 m Breite, an Stellen mit großen Mittelständen sehr häufig 1000 bis 1200 m. Verhältnißmäßig schmal ist das Bett bei Warschau (430 bis 460 m) und oberhalb der Narewmündung (430 bis 500 m). Nach dem in den siebziger Jahren von Kostenecki bearbeiteten Plane für den regelmäßigen Ausbau des Weichselstroms haben die neuerdings bei Warschau ausgeführten Einschränkungsbauten in Mittelwasserhöhe 340 m Abstand erhalten, welches Maß bis aufwärts zur Pilicamündung gelten soll. Von da bis zur Wjeprzmündung hinauf hat Kostenecki die Normalbreite auf 330, von hier bis zur Sanmündung auf 320 m angenommen. Der Gedanke, durch allmähliche Einschränkung auf die bezeichneten Breiten bei Mittelwasser in der Stromrinne 2,8 m, 2,9 m und 3,1 m Tiefe erzielen zu können, wird sich keinenfalls verwirklichen lassen. Jetzt finden auf den Ueberschlägen bei den um etwa 0,5 bis 0,6 m unter dem Jahres-Mittelwasser liegenden häufigsten sommerlichen Wasserständen sogar die nur 0,5 m tiefgehenden Dampfer (von beladenen Kähnen ganz zu schweigen) oft so große Schwierigkeiten, daß die regelmäßigen Fahrten unterbrochen werden. Wie auf S. 250 erwähnt, war für die Strecke Sanmündung—Zawichost bei dem internationalen Vertrage von 1864 die Normalbreite vorläufig auf 350 bis 360 m festgestellt worden, als Ziel des Ausbaues eine Mindest-Fahrtiefe von 0,9 m bei 1,20 m a. P. Zawichost, d. h. annähernd beim Mittelwasser von 1877/94. Die bisher dort ausgeführten Bauten haben aber dieses Ziel noch lange nicht erreicht, so daß nach dem internationalen Protokoll von 1890 die Einschränkung auf 231 m gebracht werden soll, womit man 1,6 m Tiefe beim sogenannten Normalwasserstand, d. h. etwa 1,9 m bei Mittelwasser, zu erzielen hofft.

Von den übermäßig großen Breiten des Strombettes kommt der Schiffahrt nur ein sehr geringer Theil zugut. Unter günstigen Umständen, d. h. wo sich eine einheitliche, freilich ihre Form und Lage bei jedem Hochwasser ändernde Rinne ausgebildet hat, bleiben die beiderseitigen Sände öfters um 50 bis 60 m von einander entfernt. Viel häufiger, und namentlich an den Stellen mit mehrfach verästelten Rinnen, schränken aber die Seiten- und Mittelsände den Schiffahrtweg auf eine viel geringere, zuweilen nur 12 bis 15 m betragende Breite ein. Die Lage der Sände wird durch gekalkte Stangen, die Fahrrinne durch Fusen markirt. Vielfach drängt sie sich hart an das abbrüchige Ufer; ja manchmal muß der Dampfer in die Kolke der jüngsten Abbrüche hineinfahren, so daß die Schiffswand an den Wurzeln der umgestürzten Bäume entlang scheuert.

Die Bruchufer der Mittleren Weichsel bestehen meistens aus wechselnden Schichten von Schlick und Sand, wobei bald der thonige Schlick, bald der Sand vorherrscht. Vielfach kommt unter der Alluvialdecke in Mittelwasserhöhe der Geschiebelehm zum Vorschein. Wo die Hauptrinne oder die Nebenrinnen das Ufer unmittelbar berühren, ist dasselbe auf 2 bis 4 m Höhe über dem gewöhnlichen Wasserstande, stellenweise auch bis zu größerer Höhe steil geböscht, oft fast senkrecht abgebrochen. An den von der Strömung entfernten Stellen erheben sich dagegen die flach ansteigenden Sände in der Regel bis zur Uferhöhe. Die Willkür der Strömung hat oft die Rinnen wiederum gegen diese Sände gelenkt, so daß sich meterhohe steile, rasch abbröckelnde Sandwände bilden. Auch die älteren Ablagerungen zeigen manchmal reinen Sand in mächtigen Schichten. Die Sohle des Strombetts ist mit mehr oder minder feinkörnigem Sande und Kies bedeckt, den verhältnißmäßig selten der Geschiebemergel durchragt, obgleich dessen Auftreten an den Stromufern anzeigt, daß das Weichselbett vielfach in das Diluvium eingenagt ist. Dem diluvialen Geschiebemergel gehören wohl auch die mehrfach vorkommenden Steinriffe an, wogegen vorquartäre Gesteine (Kreide-Kalksteine und -Mergel) nur an wenigen Stellen, z. B. bei Pjetrowin neben den felsigen Hochufern, im Strombette zu finden sind; gewöhnlich liegen sie unter einer 1 bis 5 m mächtigen Sandschicht. Das schlimmste Steinriff in der Mittel-Weichsel durchquert oberhalb der Wjeprzmündung den Strom. Einzelne Steine, Senkhölzer, Stubben und Baumstämme, deren Zahl jedes Hochwasser durch Unterspülung der bewachsenen Ufer und Inseln vermehrt, erschweren allenthalben die Schiffahrt. Bei den Uferabbrüchen, namentlich zur Zeit des meist mit Hochwasser verbundenen Eisgangs, ferner aus den Nebenflüssen und Regenschluchten der Thalwände werden dem Strome immer wieder neue thonige, sandige und kiesige Sink- und Wanderstoffe zugeführt. Hauptsächlich stammt aber die Geschiebeführung aus dem Strombette selbst, das eine ungemein große Beweglichkeit besitzt. Das Korn der Sand- und Kiesmassen unterliegt raschem Wechsel. Während z. B. an der Swidermündung mittelgrober, für Straßenbefestigung geeigneter Kies mit Ketschern gefischt wird, gewinnt man am Ende der dort beginnenden Strecke bei Warschau ziemlich feinen, für Bauzwecke eben noch brauchbaren Sand aus dem Strome, nach großen Hochfluthen aber gleichfalls grobkörnigen Kiessand.

Von der Sanmündung bis Rachow, wo zum erstenmal die Kreidefelsen des Lubliner Hügellandes an der rechten Seite ein ausgesprochenes Hochufer bilden, liegt der Strom bei gewöhnlichem Wasserstand zwischen 2 bis 3 m hohen, vorwiegend lehmigen Ufern. An der linken Seite berührt er schon weiter oberhalb bei Zawichost die hier mäßig geböschte, um 20 bis 30 m ansteigende Thalwand. Weiterhin nähert sich das Bett mehrfach den beiderseitigen Thalwänden, berührt sie aber erst wieder unterhalb der Kamjennamündung kurz vor Pjetrowin, wo das rechte, 40 bis 50 m hohe Ufer in ganzer Höhe bis zum Wasserspiegel aus festem Kreidekalkstein besteht und als Steinbruch ausgebeutet wird. Bis dahin sind die Ufer in Nähe des Stromstriches abbrüchig, 2 bis 4 m hoch, auf der anderen Seite bis zu gleicher Höhe flach geböscht und sandig. An den Bruchufern liegt unter der Humusdecke zunächst eine starke Schicht von wechsellagerndem Schlick und Sand, darunter eine Sandschicht, welche auf zähem, durch eingebettete Steine

als Geschiebemergel gekennzeichnetem Letten lagert. Unweit Juzefow zeigt sich in Mittelwasserhöhe dünnschiefriger, vielleicht der Kreideformation angehöriger Thonmergel. Gleich unterhalb der Kalksteinbrüche bei Pjetrowin an der Anlegestelle des Dorfes ist das rechtsseitige Ufer zwar noch hochwasserfrei, aber ziemlich flach geböscht; gleich danach beginnt eine große Niederung, in welcher die Uferhöhe gewöhnlich nicht mehr als 2 bis 3 m beträgt. Nur unterhalb des Badeörtchens Solec hat die Weichsel links den Kreidekalkfelsen derart angeschnitten, daß die Bruchsteine unmittelbar vom Bruche in das Schiff verladen werden können. An dem daran schließenden kleinen Dorfe erhebt sich die bis zu den elenden Hütten abgebrochene Thonwand auf 4 bis 5 m senkrecht über Mittelwasser. Auch kurz vor der kleinen eingedeichten Niederung oberhalb Janowjec ist das linke sandige Ufer stellenweise 5 m hoch, also wohl ziemlich hochwasserfrei.

In dem bei Janowjec beginnenden Engthale berührt das übermäßig breite Strombett mehrfach, bald links, bald rechts die felsigen Thalwände. Gewöhnlich bleibt aber zwischen ihrem Fuße und der Weichsel noch ein mehr oder weniger breiter Streifen, dessen Höhenlage 4 bis 6 m über dem gewöhnlichen Wasserspiegel beträgt; die Bruchufer bestehen aus Sand und Lehm auf Lettenunterlage. Jenseits Nowo-Aleksandrija, wo die Weichsel in das Flachland eintritt und die breiten Niederungen anfangen, sind ihre Ufer meist 2 bis 4 m hoch, aus wechselnden Schichten von Sand und Schlick aufgebaut, öfters auf Untergrund aus dunkelblauen Letten. Seltener ist die ganze Uferwand sandig, z. B. dicht unterhalb Iwangorod rechts, oberhalb der Radomkamündung links auf 4 m Höhe, sowie auf einer ziemlich langen Strecke von Mniszew bis zur Pilicamündung. Hochwasserfrei ist das Ufer hier nur bei Tarnuw, bei dessen Schneidemühle das rechtsseitige, mit Kiefern bewaldete, sandige Gelände sich um 7 m über Mittelwasser erhebt.

Von der Pilicamündung bis Warschau hat das Flachland von Skjernewice zur Linken des Stromes überall eine scharf ausgeprägte Thalwand, der sich das Strombett bei Potycz, Gura-Kalwarja und zuletzt bei Warschau selbst nähert, ohne daß ein eigentliches Hochufer vorhanden ist. Auf der rechten Seite hören die fruchtbaren Alluvialniederungen bereits oberhalb der Swiderbachmündung auf; das sandige Diluvialgelände geht meistens ohne markirte Begrenzung in die Thalsohle über, in welche das Strombett 3 bis 4 m tief eingenagt ist. Erst oberhalb Praga breitet sich wiederum eine flache Wiesenniederung zur Rechten aus, deren Uferhöhe nur 2 bis 3 m beträgt; stellenweise noch niedriger liegen die linksseitigen Wiesen und Rohrflächen zwischen Wilanuw und Warschau. Unterhalb der polnischen Hauptstadt an der Zitadelle und bis zum Kloster Bjelany geht die 20 bis 30 m hohe Thalwand unmittelbar in das linke Stromufer über, während das rechtsseitige, lehmige oder sandige Ufer bis zur Narewmündung an den Abbrüchen 3 bis 4 m Höhe besitzt.

6. Form des Stromthals.

Der 50 bis 60 m hohe Steilabfall des mit Löß bedeckten Vorlandes des Sandomjerzgebirgs, den die Weichsel dicht unterhalb der Stadt Sandomjerz be-

spült, umzieht mit stetig abnehmender Höhe die von der Opatowka durchflossene Niederung gegenüber der Sanmündung. Bei Zawichost tritt diese linksseitige Thalwand mit 20 bis 30 m Höhe, mäßig geböscht, hart an das Stromufer, entfernt sich dann aber wieder bis Slupia-Nadbrzezna; jedoch kann man überall vom Strome aus den Höhenrand erkennen, dessen Waldgürtel vielfach von rutschigen, braungelb gefärbten Blößen durchbrochen ist. Auf der rechten Seite nähert sich bei Rachow, weithin sichtbar, der als hoher Steilhang scharf ausgeprägte Rand des Lubliner Hügellandes dem Weichselstrome. Von hier bis oberhalb Juzefow tritt an beiden Thalwänden überall, manchmal in Steilstürzen, der Kreidekalkstein zu Tag, dessen weiße Farbe das Grün des Laubwaldes durchschimmert. Die rechtsseitige, das Lubliner Hügelland begrenzende Thalwand ist hier im Allgemeinen niedriger, flacher, reicher in Kultur und dichter besiedelt als die linksseitige. — Das Umgekehrte ist der Fall in der oberhalb Juzefow beginnenden Strecke, in welcher die linke Thalwand, sanfter geböscht, zu beiden Seiten der Kamjennamündung weit zurück biegt und erst vom Badeörtchen Solec ab wieder den Strom erreicht, auf kurze Strecke als kahle Felsenwand von 30 m Höhe. Die rechte Thalwand bildet dagegen bei Juzefow einen 12 m hohen Steilabfall und bei Pjetrowin das mit Kalksteinbrüchen ausgebeutete, 40 bis 50 m hohe Steilufer (vergl. S. 286). — Dann öffnet sich rechts die breite, von flachen Hügelzügen besäumte Niederung des Chodelbaches, an dessen Mündung das mehrfach erwähnte Engthal seinen Anfang nimmt. Auch links ist die Thalwand zu beiden Seiten der Ilza weniger hoch und ziemlich flach, vom Strome aus oft wegen der hohen Lage der Thalsohle nicht zu erkennen; erst kurz vor Janowjec liegt die Niederung tief genug, um vom Schiffe aus das Herannahen der höher und steiler werdenden Thalwand übersehen zu können. — Die Breite der Thalsohle beträgt von Zawichost bis Solec 2,2 bis 4,7, durchschnittlich etwa 3 km; zwischen Solec und Janowjec vermehrt sie sich an der breitesten Stelle bei Chotcza auf 14 km, nimmt aber im Engthale auf 1 bis 1,5 km ab.

Der Eingang in das Engthal gewährt ein überraschend hübsches Landschaftsbild. Links erhebt sich das Städtchen Janowjec mit seinem noch ziemlich gut erhaltenen, beherrschend gelegenen Schlosse. Rechts taucht bald zwischen den schön mit Fichten und Laubholz bewaldeten Kalksteinfelsen des schluchtenzerrissenen Steilhanges die stattliche Ruine der Königsburg von Kasimjerz hervor, zu Füßen des Burgbergs eine Reihe ehemaliger Speicher oder Kaufhäuser mit hochragenden, reich geschmückten Giebeln, deren Dächer längst zerstört sind. Bis Nowo-Aleksandrija (Pulawy) begleiten die 50 bis 80 m hohen, meist steil geböschten und bewaldeten, vielfach felsigen Thalwände den Strom in geringer Entfernung. Jenseits dieses hübsch gelegenen, als bescheidene Sommerfrische benutzten Städtchens ist die rechtsseitige Thalwand viel niedriger und flacher, die linksseitige bei Gura-Pulawska und noch einige Kilometer unterhalb bis zu 50 m Höhe kräftig aufgerichtet. — Dann öffnet sich links eine breite langgestreckte Niederung, welche von der Zagozdzanka und Radomka durchquert wird, bis zu dem am linken Ufer der Pilica hoch ansteigenden Rande des Flachlandes von Skjernewice, rechts die vor der Mündung des Wjeprz beginnende Niederung, die gleichfalls bis nach Tarnuw (zwischen Radomka- und Pilicamündung) so große

Breite besitzt, daß man sie vom Strome aus nicht überblicken kann. Während die rechtsseitige Thalwand vom Wjeprzthale ab bis zur Okrzejka einen scharf ausgeprägten, über 30 m hohen Steilhang bildet, von da bis zum Vorsprunge des Höhenlandes bei Tarnuw flacher geböscht und niedriger, aber doch immer deutlich von der Alluvialniederung abgehoben ist, zeigt die linksseitige Niederung vielfach keine markirte Thalwand; oft gehen die sandig-sumpfigen Flächen des Höhenlandes unmerklich oder mit Zwischenschaltung einer etwa 10 m hohen sandigen Vorstufe in die Thalsohle über. — Das Engthal von Janowjec bis Nowo-Aleksandrija ist nur 1 bis 1,5 km breit; an der Wjeprzmündung haben die beiderseitigen Niederungen 15, von da bis zum Pilicathale meist 12 km Breite.

Jenseits der Pilicamündung ist die linke Thalwand auf ganze Länge bis zum Kloster Bjelany unterhalb Warschau scharf ausgeprägt und meist ziemlich steil über der 20 bis 30 m tiefer liegenden, stellenweise mehr als 10 km breiten Niederung aufgerichtet. Hierdurch hat die polnische Hauptstadt, bei welcher die Thalwand hart an den Strom tritt, eine so malerische Lage beim Anblick von der Weichsel aus, ganz im Gegensatze zu dem Eindruck, den der Eisenbahnreisende empfängt, der Warschau zuerst vom ebenen Höhenlande aus sieht. Unweit Bjelany biegt der Rand dieses Höhenlandes westlich um und begrenzt eine bis zum Alluvialthale des Weichselstroms ausgedehnte sumpfige, mit hohen Dünen durchzogene Niederung, die größtentheils in die Bzura entwässert, also zur Unteren Weichsel gehört. — An der rechten Seite gegenüber der Pilicamündung erweitert sich längs der Wilga der Thalgrund beträchtlich. Während die hochwasserfreien Dörfer Pilica und Wilga 9 km von einander abstehen, hat die Niederung gleich darauf über 12 km und behält bis oberhalb der Swidermündung ähnliche Breite, besäumt von einer mäßig geböschten, meist bewaldeten Thalwand, die zuletzt bei der Sommerfrische Otwock am linken Swiderufer dicht am Strome liegt. Weiter abwärts besitzt das Thal keine deutlich ausgeprägte Begrenzung gegen das Flachland von Sjedlce. Weichsel- und Narewthal gehen dort so unmerklich in einander über, daß die Niederung im Osten der Warschauer Vorstadt Praga nicht nach der nahe gelegenen Weichsel, sondern nach dem um mehr als 20 km entfernten Narew entwässert. Zwischen beiden Strömen dehnt sich eine sandig-sumpfige, von Dünen durchzogene Ebene aus.

7. Bodenzustände des Stromthals.

Die bis zum Engthale von Kasimjerz durchschnittlich 3 km breite Thalsohle ist vielfach mit Auewäldern bedeckt und von Altläufen durchschnitten, welche bei Hochwasser kräftig durchströmt werden, also nicht völlig verlanden können. Nur bei sehr niedrigem Sommerwasser trocknen die feuchten Wiesenflächen so weit ab, daß sie während der Heuernte für leichte Fuhrwerke zugänglich sind. Manche Stellen, besonders in Nähe des Thalrandes, deren Entwässerung durch die höhere Lage der Uferrehnen behindert wird, sind mehr oder weniger versumpft, ebenso in der Thalerweiterung am Chodelbache. Der größte Theil des Geländes in dieser Thalerweiterung und die genügend hoch liegenden Flächen in den oberen

Thalstrecken dienen zum Ackerbau. Das anschließende Engthal wird bis zur Bystramündung vollständig vom verwilderten Weichselbett in Anspruch genommen; von da bis Nowo-Aleksandrija liegt rechts eine Wiesenniederung. Unterhalb des Engthals besteht der durchschnittlich 12 km breite Thalgrund zum Theil aus den oben erwähnten hochwasserfreien sandigen, größtentheils mit Kiefernforsten bestockten Vorstufen des Höhenlandes, zum Theil auch aus inselartigen Erhebungen von sandiger Beschaffenheit, welche manchmal die Formen der Dünenlandschaft klar ausgeprägt zeigen. Am Rande des Höhenlandes und der Vorstufen ziehen sich gewöhnlich breite Streifen sumpfigen Landes hin, oft mit Erlengebüsch überwachsen; auch längs der Altläufe befinden sich große übermäßig nasse Flächen. Zwischen ihnen und dem Strombette besteht der Niederungsboden aus Schlick und humosem Sand von zumeist bedeutender Fruchtbarkeit. Obwohl das Thalgelände theilweise durch seine Höhenlage vor Ueberschwemmungen geschützt ist, erstreckt sich doch bei großem Hochwasser die Ueberfluthung auf den größten Theil dieser nur mangelhaft oder gar nicht eingedeichten Niederungen.

Die etwa 12 km breite Thalsohle auf der rechten Seite unterhalb der Wilga bis zum Swider besteht großentheils aus tiefliegendem Alluvialboden von ähnlicher Beschaffenheit, nach der Thalwand hin aus vorwiegend sandigem Gelände, mit Moorwiesen durchsetzt. Jenseits der Swidermündung geht das sehr flache sandige Gehänge des rechtsseitigen Höhenlandes unmerklich in das Stromthal über, das nur auf geringe Breite überschwemmt wird. Vor dem nach Wawer ziehenden Sandrücken liegt jedoch wieder eine tiefere Niederung mit der bis Praga reichenden Saska-Kempa (dem sächsischen Werder.) Da auch die linksseitige, von der Pilicamündung bis Gura-Kalwarja meist schmale, dann aber bis 10 km breite Niederung in der letzten Strecke oberhalb Warschau sehr tief liegt, bildet kurz vor der Stromenge bei Warschau-Praga das Ueberschwemmungsgebiet ein mächtiges Becken mit nassen Wiesen, Rohrland und Auewäldern. Oberhalb der Wilanowkamündung wird dagegen die linksseitige, eingedeichte Niederung vorzugsweise als ertragreiches Ackerland benutzt. Jenseits Warschau bis zur Narewmündung liegt die Thalsohle, von schmalen Niederungsstreifen mit fruchtbarem Schlickboden abgesehen, größtentheils hochwasserfrei.

Zum Vergleiche mit den vorstehenden, hauptsächlich auf eigenen Wahrnehmungen und Studium der Karten beruhenden Angaben sei hier noch eine vom ehemaligen Weichselstrominspektor Kolberg herrührende, in Orgelbrand's polnischer Enzyklopädie abgedruckte Schilderung mitgetheilt, welche in der Hauptsache damit übereinstimmt: „Nach ihrer Vereinigung mit dem San wird die Weichsel ein bedeutender Strom. Unterhalb Zawichost schneidet sich ihr 1/4 Meile breites Thal zwischen Kalkhügel ein, verengt sich dann auf 1,3 bis 1,7 km bei Kasimjerz und Gura-Pulawska, wo die Thalwand bedeutende Höhe erreicht. — Vom Wjeprz ab fließt die Weichsel in einem breiteren Thale. Das rechte Ufer ist bis gegen Warschau hin niedrig, bedeckt mit Sandhügeln und gegen Ueberschwemmungen wenig geschützt. Hingegen hat die linke Thalwand von der Pilicamündung bis Warschau beträchtliche Höhe. In diesem Thale bildet der Strom ein breites Bett, überfluthet die flachen Uferstellen und theilt sich in Nebenarme, weshalb zahlreiche Kämpen und Mittelsände vorhanden sind. Das

Ufergelände erhebt sich im Allgemeinen 2,3 bis 3 m über den gewöhnlichen Wasserstand. Es wird von der Strömung zerstört und durch Anhägerungen neu gebildet. Solches „Powisle“ (Weichselgestade) genanntes Land erreicht an manchen Stellen bis zu zwei Meilen Breite. Theilweise ist es mit Sand bedeckt, den das Hochwasser mit sich fortreißt und an anderen Orten wieder ablagert. Vielfach hat aber auch der Strom fruchtbaren thon- und kalkreichen Schlick angehägert, aus dem äußerst ertragreiches Ackerland entstanden ist. Das von der Weichsel angeschwemmte Land wird durch Gesträuch befestigt und, sobald es eine Höhe von 2,3 m über dem gewöhnlichen Wasserstande erreicht, was spätestens binnen 15 Jahren geschieht, als Ackerland bestellt und besiedelt. In Folge seiner niedrigen Lage ist das Weichselgestade den Ueberschwemmungen ausgesetzt und kann nur durch Deiche gegen dieselben geschützt werden."

IB. Untere Weichsel in Rußland.
(Narewmündung — Reichsgrenze.)

1. Uebersicht.

Die russische Untere Weichsel verfolgt von der Narewmündung bis unterhalb der Bzuramündung westliche Richtung, biegt alsdann gegen Westnordwest ab bis Wloclawek und zuletzt bis zur Reichsgrenze gegen Nordwesten, welche Richtung sie bis oberhalb Thorn beibehält. Auf der ganzen Länge von Nowo-Georgijewsk (Narewmündung) bis Wloclawek fließt der Strom nahe am hoch aufgerichteten Rande des Vorlandes des Preußischen Landrückens, bei Njeszawa nahe am Rande der Kujawischen Hochfläche und bei Thorn an einer Vorstufe des zum Preußischen Landrücken gehörigen Geländes entlang.

Wenn man sich erinnert, daß die Bzura den Thalweg des ost-westlich gerichteten Warschau—Berliner Hauptthales bezeichnet, so ist die oberste Strecke der Unteren Weichsel als ein Stück der fließenden Gewässer aufzufassen, welche noch jetzt die Bahn des Diluvialstroms verfolgen, der einst jenes Hauptthal geschaffen hat. Die Thalwand von Nowo-Georgijewsk bis unterhalb Wyszogrud bildet ein Stück des nördlichen Steilufers jenes Diluvialstroms. Sein südliches Ufer ist schon bei Bjelany westwärts abgebogen. Die Fortsetzung des nördlichen Ufers kommt dagegen erst in großem Abstande westlich von Wyszogrud bei Gostynin wieder zum Vorschein. — Hier beginnt auch, deutlich markirt, das linke Ufer des Thorn—Eberswalder Hauptthales. Dieses Ufer setzt sich als mehr oder weniger scharf ausgeprägter Rand der Kujawischen Hochfläche über Kowal und Kruszyn bis Njeszawa fort und zieht dann über Argenau westwärts nach dem Netzethal. Das rechte Ufer des Thorn—Eberswalder diluvialen Hauptthales fällt von unterhalb Wyszogrud bis Wloclawek mit der Weichsel-Thalwand zusammen, wendet sich hierauf in großem Bogen über Brzesno, Wyschendorf und Leibitsch gegen Westen, zuletzt über Fordon und Bromberg nach dem Netzethal. — Bis Wloclawek hält sich die Weichsel am rechten Steilufer dieses Hauptthales, über-

kreuzt dieses Thal nach Njeszawa hin, verläßt aber gleich darauf wieder sein linkes Ufer und durchbricht schließlich sein rechtes Ufer bei Fordon. Von der durch sandiges Gelände ausgezeichneten Thalsohle der diluvialen Hauptthäler sind große Restflächen übrig geblieben, welche jetzt Vorstufen zwischen dem tiefer ausgenagten Weichselthale und den Hochflächen bilden, ihrerseits aber durch die Einmündung der gleichfalls tief ausgenagten Thäler der Seitengewässer und durch ehemalige Nebenarme des Hauptstroms mannigfache Umgestaltungen erfahren haben.

Die natürlichen Abschnitte der russischen Unterweichsel von der Narewmündung bis zur Reichsgrenze werden also durch die Bzuramündung, Wloclawek und Njeszawa von einander abgegrenzt. Wir nehmen noch einen weiteren Grenzpunkt bei Plock an, weil an dieser wichtigsten Uferstadt ein Hauptpegel liegt.

2. Grundrißform. 3. Gefällverhältnisse.

Die Unterlagen der folgenden Tabelle sind in der auf S. 281/2 mitgetheilten Weise gewonnen. Danach ergiebt sich das mittlere Gefälle des 160,5 km langen Stromlaufs auf 0,180 ‰ (1 : 5550). Von Plock bis Njeszawa ist das Gefälle etwas größer, in den Anfangstrecken und in der kurzen Endstrecke etwas kleiner als im Durchschnitt.

Stromstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
	67,5						
Narewmündung—Bzuramündung .		5,5	35,2	0,156	6400	33,0	6,7
	62,0						
Bzuramündung—Plock		7,3	42,9	0,170	5880	39,1	9,7
	54,7						
Plock—Wloclawek		9,2	45,5	0,202	4950	45,1	0,9
	45,5						
Wloclawek—Njeszawa		4,5	22,5	0,200	5000	22,1	1,8
	41,0						
Njeszawa—Reichsgrenze		2,4	14,4	0,167	6000	13,9	3,6
	38,6						
Im Ganzen	—	28,9	160,5	0,180	5550	140,2	14,5

Trotz des mehrfachen Richtungswechsels ist die Gesammtentwicklung nur gering, da der Strom sich nirgends weit von der Luftlinie entfernt und eine sehr schlanke Grundrißform besitzt, besonders von Plock abwärts. Die schärfsten Krümmungen beim Uebergange aus dem Warschau—Berliner in das Thorn—Eberswalder Hauptthal haben 1200 bis herab zu 1000 m Halbmesser (bei Dobrzykuw). An Spaltungen ist der Stromlauf überaus reich wegen seiner zahlreichen, vielfach sehr großen und langgestreckten Inseln, sowie seiner hohen Mittelsände, die über den mittleren Wasserstand hervorragen. Namentlich zwischen der Narewmündung und Plock ist der Strom mit 3 bis 4 m hohen, zum Theil bewaldeten und besiedelten Inseln besäet, wogegen in den unteren Strecken die Sände vorherrschen. Bei Cjechocinek oberhalb der Reichsgrenze nehmen dieselben

solche Flächen ein, daß bei der im Juni 1898 vorgenommenen Bereisung ein frischer Nordwind durch Sandwehen eine dichte Staubwolke über den ganzen Strom breitete, obgleich der Wasserstand über Mittelwasser lag. Bei jeder Hochfluth nehmen diese Sände und die dazwischen verbleibenden Rinnen andere Lage an, und es gerathen sehr bedeutende Sandmassen in Bewegung, die weiter unterhalb neue Sandinseln erzeugen, großentheils auch in die preußische Stromstrecke übergehen und ihren Ausbau erheblich erschweren.

4. Querschnittsverhältnisse. 5. Beschaffenheit des Strombetts.

Das Bett ist durchweg sandig, das linke Ufer ebenfalls zum größten Theil, wenn auch vielfach mit einer ziemlich mächtigen Schicht von schlickhaltigem Oberboden überdeckt. Auf der rechten Seite bestehen nur die niedrigen, d. h. meistens doch über 3 m hohen Uferstrecken von Drwaly bis Plock und unterhalb Wloclawek aus alluvialem Sand und Schlick, wogegen am Fuße der Hochufer von der Narewmündung bis Drwaly und von Plock bis Spetaldolny (gegenüber Wloclawek) das Bett in vorherrschend thonige, diluviale und vorquartäre Gebilde eingeschnitten ist. An manchen Stellen, z. B. bei Czerwinsk und Wyszogrud, werden die in und auf den thonigen Uferwänden lagernden Geschiebeanhäufungen in Gruben ausgebeutet und mit Steinschiffen nach Warschau oder nach den Baustellen der Strombauten geschafft. Solche geschiebereichen Bänke scheinen auch mehrfach das Bett zu durchqueren; am meisten werden von den Schiffern die Steinriffe zwischen der Skrwamündung und Wloclawek gefürchtet. Die Breite des Bettes wechselt fortwährend von etwa 600 bis zu 1200 m. Wo Inseln im Strome liegen, stehen die beiderseitigen Ufer an manchen Stellen sogar 1800 bis 2000 m von einander ab. Eine ausnahmsweise geringe Breite hat das Bett unmittelbar unterhalb der Narewmündung und bei Njeszawa, nur wenig über 400 m. Nach dem Kostenecki'schen Plane soll die Breite für Mittelwasser beim Ausbaue auf 365 m gebracht werden. Daß mit einer solchen Einschränkung die beabsichtigte Tiefe von 3,7 m unter dem mittleren Wasserstande zu erreichen sein würde, ist nicht anzunehmen. Einstweilen fehlt hieran noch sehr viel, da auf den Ueberschlägen der vielgekrümmten, in Schlangenlinien das Strombett durchziehenden Fahrrinne bei einem etwas über Mittelwasser liegenden Wasserstande wenig mehr als 0,5 m Tiefe vorhanden ist. Ein Zeugniß für den jetzigen Zustand mag folgende Aeußerung eines russischen Ingenieurs liefern, mitgetheilt in den Protokollen des zweiten Kongresses russischer Wasserstraßen-Interessenten (St. Petersburg, 1895): „Während die Weichsel auf der deutschen Strecke regulirt ist und selbst beim niedrigsten Wasserstande 1 m Tiefe besitzt, hat sie in Rußland schon dicht hinter der Reichsgrenze bei Cjechocinek ein verwildertes, trauriges Aussehen. Auch weiter oberhalb wird ihr Lauf sehr oft durch Sandbänke derart gehemmt, daß sich das Wasser kaum eine Bahn schaffen kann."

6. und 7. Form und Bodenzustände des Stromthals.

Das sandig-sumpfige Gelände im Süden der Strecke Narewmündung—Bzuramündung läßt vermuthen, daß ehemals ein Nebenarm des diluvialen Haupt-

stroms durch das Bjelinybruch nach dem Bzurathale gezogen sei. Aehnlich wie an den Doppelarmen des Thorn—Eberswalder Hauptthals bei Bromberg, liegt auch hier zwischen dem Haupt- und Nebenarme sandiges Dünengelände. Ebenso sind die Bodenformen der Sandhügel am linken Ufer der Bzura-Mündungsstrecke wohl nur durch die Annahme zu erklären, daß ein Theil der aus jenem südlichen Arme angelangten Wassermassen ehemals hier zum Abfluß gekommen sei. Bei Iluw und von Piotrkuwek bis Wymysle-njemjeckje läßt sich das Steilufer eines solchen ehemaligen Strombettes deutlich erkennen. In der Lücke des Warschau—Berliner Hauptthales sind die erwähnten sandigen Anhöhen als Begrenzung des jetzigen Stromthales anzusehen.

Danach beträgt seine Breite an der Narewmündung bei Kazun 4 km, bei Zakroczym 2 km, bei Gnjewnjewice 6 km, bei Wychudz 3,5 km, bei Wyszogrud 2 km, bei Iluw 5,5 km, bei Kempa-polska 5,2 km, bei Wymysle-njemjeckje 7,5 km, bei Plock 4 km, an der Skrwamündung 2,4 km, bei Rokice 5 und gleich unterhalb 2 km, von da bis Wloclawek abnehmend auf 1,5 km, bei Wikoszyn wieder nahezu 4 km, von Bobrowniki bis Njeszawa etwa 1,3 km, bei Cjechocinek 6 km, an der Reichsgrenze 3 km. Abgesehen von den hochwasserfreien Lagen am linken Rande der breiteren Niederungen und von einigen vereinzelt gelegenen Dünen, hat der Thalgrund meistens solche Höhenlage, daß die 5 bis 6 m über Mittelwasser anschwellenden Hochfluthen ihn vollständig überschwemmen. Gegen die häufiger vorkomenden Hochwässer sind größere Theile der Niederungen durch ihre Höhenlage geschützt. Manche Flächen liegen allerdings so tief, daß sie, obgleich sich die Ufer durchschnittlich 3 bis 4 m über Mittelwasser erheben, von den Einsenkungen der Rehnen aus bereits unter Wasser gesetzt werden, wenn die Anschwellung 1,5 bis 2 m beträgt.

Von der Narewmündung bis Wyszogrud erhebt sich rechts vom Strome die thonige, durch Schluchten zerrissene Thalwand als steiles Hochufer auf 25 bis 35 m; nur bei Wychudz liegt ein kaum 7 km langer, bis zu 0,5 km breiter Niederungstreifen und oberhalb Wyszogrud ein ganz schmaler Streifen niedrigen Landes vor dem Steilrand. Links vom Strome trennt ein Vorsprung des oben bereits erwähnten, 10 bis 15 m hohen Dünenzugs die Niederung von Kazun (gegenüber Nowo-Georgijewsk) von der größeren, bis zu 5 km breiten Niederung Grochale—Secymin, welche dicht mit weitläufig gebauten, großentheils von deutschen Bauern bewohnten Dörfern besiedelt ist, ebenso ihre schmälere, gleichfalls aus fruchtbarem Ackerlande bestehende Fortsetzung bis zur Bzuramündung. — Aehnliche Beschaffenheit besitzt die linksseitige, durchschnittlich etwa 3, bei Wymysle-njemjeckje 5 und bei Dobrczykuw nur 1 km breite Niederung von der Bzuramündung bis oberhalb Plock, wo die bis 3,5 km breite Niederung von Radziwje anschließt. Auch zur Rechten des Stromes dehnen sich auf der Strecke Wyszogrud—Plock zwei theilweise hochwasserfreie und an diesen Stellen wegen ihres sandigen Bodens bewaldete, sonst zum Ackerbau benutzte Niederungen aus, welche durch etwas höheres Gelände bei Kempa-polska an der Multawamündung von einander getrennt werden, nämlich die etwa 2 km breite Niederung von Rakowo und die 2 bis 5 km breite Niederung von Slupno. Hier bespült der Strom die linke Thalwand nur am Anfange der Strecke bis Drwaly und zuletzt wieder bei

Plock. Ihre Höhenlage beträgt am Anfange etwa 45, bei Slupno 80 und bei Plock 60 m über dem Thalgrunde.

Auf der Strecke Plock—Wloclawek liegt nur bei Rokice eine kleine Niederungsfläche vor der 35 bis 50, bei Spetaldolny über 70 m hoch ansteigenden rechtsseitigen Thalwand. An der linken Seite sind die dünenartigen Anhöhen bei Plock selbst ziemlich weit vom Strome entfernt, so daß erst bei Duninuw auf kurze Strecke hochwasserfreies Ufer berührt wird, dann wiederum bei Wistka oberhalb Wloclawek. Mittelgroße Niederungen finden sich hier gegenüber Plock bei Radziwje, oberhalb Duninuw und gegenüber Dobrzyn. — Unterhalb Wloclawek hat die sandige Vorstufe der linksseitigen Hochfläche 10 bis 15 m Höhe über Mittelwasser. Gegenüber Bobrowniki tritt die wenig höhere, aber aus widerstandsfähigem Thon- und Lehmboden bestehende Thalwand selbst nahe an die Weichsel und erst bei Dymje unterhalb Njeszawa wieder zurück, um der vorwiegend sandigen, mit dürftigen Aeckern und Wiesen bedeckten Ebene bei Cjechocinek Platz zu machen. Diese ist den Ueberschwemmungen derart ausgesetzt, daß im Frühjahr 1888 der nach Alexandrowo führende Eisenbahndamm mehrfach vom Hochwasser durchbrochen wurde; hochwasserfrei sind nur die dünenartigen, mit Kiefern bewaldeten oder Oedland bildenden Bodenschwellen. An der rechten Seite biegt bei Wloclawek der nördliche Rand des Thorn-Eberswalder Hauptthales weit zurück. Das Gelände, welches sich bis zur Weichsel ausbreitet, ist vorwiegend sandig und wellenförmig, theilweise bewaldet. Wo der Strom eine der 15 bis 16 m hohen Bodenerhebungen berührt, hat er ziemlich steile Hochufer, ähnlich wie jenseits der Reichsgrenze beim preußischen Dorfe Schillno. Die dazwischen gelegenen, zum Ackerbau und als Wiesen benutzten Niederungen bei Witoszyn, oberhalb der Lipniankamündung und unterhalb Wlencz (gegenüber Cjechocinek) haben keine große Ausdehnung; am größten ist diejenige oberhalb der Lipniankamündung, welche in Nähe des Städtchens Bobrowniki beginnt, als dessen Merkmal die Ruine eines mittelalterlichen Wachtthurmes hart am Weichselufer steht.

Im Ganzen ist also das Stromthal der russischen Unteren Weichsel erheblich schmaler als das von Nowo-Aleksandrija ab dem Flachlande angehörige Thal der Mittleren Weichsel. Namentlich ist das natürliche Ueberschwemmungsgebiet bedeutend kleiner, da nicht nur die aus altdiluvialen und vorquartären Bildungen aufgebauten Hochflächen, sondern auch die aus Resten der jungdiluvialen Hauptstrombetten bestehenden sandigen Vorstufen vielfach Hochufer bilden und größere Flächen der Niederungen bloß bei außergewöhnlichen Hochfluthen unter Wasser gesetzt werden. Die hervorstechendste Eigenthümlichkeit des Stromthales ist die hohe Lage und Steilheit der rechtsseitigen Thalwand in der ganzen Länge von Nowo-Georgijewsk bis Wloclawek. Hier fließt die Weichsel, wie ein Festungsgraben am Hauptwall, am Rande der rechtsseitigen Hochfläche entlang. Die hohen Steilhänge bestehen durchweg aus gelbem und braunem Thon und Lehm des Diluviums, unterlagert von blauem Letten, plastischem Thon und Braunkohlenschichten der Tertiärformation, welche auch an der linken Thalwand bei Njeszawa—Racionzek zum Vorscheine kommen. Die zur Zeit der preußischen Herrschaft 1803 angestellten Untersuchungen haben ergeben, daß jene Braunkohlen-

flötze nicht abbauwürdig sind. Nutzbar gemacht werden gegenwärtig nur die diluvialen Geschiebe, an wenigen Stellen auch der Ziegellehm.

Man darf sich nicht vorstellen, daß der hohe Abfall des rechtsseitigen Höhenlandes überall aus schroffen Steilhängen bestehe. An sehr vielen Stellen ist dies allerdings der Fall, z. B. bei Nowo-Georgijewsk, Czerwinsk, Wyszogrud, Plock, Dobrzyn und gegenüber Wloclawek. Nicht selten haben die Thonwände, die 50 bis 70 m über den Wasserspiegel emporragen, seltsam zerklüftete, malerisch hübsche oder doch bizarre Formen; leider fehlt ihnen meist der Waldschmuck. Manche Punkte, die durch freundliches Grün, Seitenschluchten und reichere Gliederung des Thalgehänges belebt sind, bilden wahrhaft schöne Landschaften, z. B. die hoch aufgebaute Stadt Plock mit ihrer stattlichen Domkirche. Anderswo sind die Thalwände flacher geböscht, so daß sie bis nahe an den Strom beackert werden, obgleich auch hier der Fuß des Höhenlandes fast immer mit einem Steilhang von 10 bis 15 m Höhe abschließt. Die Seitengewässer münden in tief eingeschnittenen, meist schluchtartig geformten Thälchen. Oft hat das Regenwasser auch zerklüftete, durch Rutschungen erweiterte Parowen ausgenagt. Um einer solchen Runsenbildung vorzubeugen, werden unterhalb der Landestelle bei Plock an dem künstlich befestigten Hochufer die Abwässer aus der Oberstadt durch stark geneigte Rohrleitungen in den Strom geführt. Der Verkehr vom Ufer zur Hochfläche wird meistens durch die Höhe und häufig auch durch die Steilheit der Gehänge erschwert. Oft ist er auf schmale, an die Ziegenpfade des Gebirgslandes erinnernde Fußsteige angewiesen. Oberhalb Dobrzyn liegt auf der steilen Böschung eine Bremsbergrutsche zur Beförderung der Rüben in die Kähne der Zuckerfabrik bei Duninuw.

II. Abflußvorgang.

1. Uebersicht.

Durch den San gelangt das letzte Gebirgswasser in den Weichselstrom. Die kleineren Erhebungen des südpolnischen Hügellandes sind nicht bedeutend genug und zu vereinzelt, als daß sie auf den Abflußvorgang des Stromes in stärkerem Maße einwirken könnten. Namentlich zeigt sich dies durch die Geringfügigkeit des Regenfalls. Hat die Untersuchung doch für keinen der allerdings ungemein spärlich gesäten Beobachtungspunkte im linksseitigen Gebiete der Mittleren Weichsel eine jährliche Niederschlagsmenge von 700 mm oder darüber ergeben, und nur auf Grund mehr oder minder gesicherter Vermuthungen kann die Niederschlagskarte (Blatt 8) dort einige kleine Gebiete mit diesem doch immer noch recht mäßigen Niederschlagsbetrage umgrenzen. Im Lublin-Lemberger Hügelland ist der Niederschlag zwar etwas reichlicher; dafür hat das Wasser von hier aus aber großentheils den recht langen Weg durch den Bug und Narew zurückzulegen, ehe es in den Unteren Weichselstrom gelangt.

Schon diese Bemerkungen lassen darauf schließen, daß die unberechenbaren sommerlichen Fluthwellen, welche die Obere Weichsel so oft durcheilen, bei ihrem

Vordringen durch den mittleren Theil des Stromlaufes beiweitem nicht in demselben Maße durch eine seitliche Wasserzufuhr genährt werden wie die Schmelzwasserfluthen des Frühjahrs, die allenthalben auf einen Ueberschuß an abzuführendem Wasser stoßen. Je weiter ein Strom sich vom Gebirge entfernt, um so größer wird überhaupt die Bedeutung der Frühjahrshochfluthen. Beim Weichselstrom ist dies vielleicht nicht bloß auf die zwischen Gebirge und Flachland stets bestehenden Gegensätze zurückzuführen. Wie die Betrachtung der klimatischen Verhältnisse im Bd. I lehrt, wachsen die Schneemengen nämlich in den Beskiden und Karpathen allem Anscheine nach mit der Meereshöhe nicht in dem zu erwartenden Maße, wogegen dies beim sommerlichen Niederschlage der Fall ist. Vermuthlich gelangt also innerhalb der genannten Gebirgsgruppen trotz der in den höheren Luftschichten stattfindenden Abnahme der Temperatur ein kleinerer Bruchtheil des jährlichen Niederschlages in Form einer Schneedecke zur Aufspeicherung, als innerhalb des Flachlandes des russischen Weichselgebiets, das oft lange Zeit hindurch der (gewöhnlich mit empfindlicher Kälte verbundenen) Einwirkung des sibirischen Hochdruckgebietes ausgesetzt ist. Da andererseis im Flachland ein bedeutend größerer Theil des Sommerregens der Verdunstung und Aufzehrung durch die Pflanzenwelt anheimfällt als im Gebirge, so zeigt die Wasserstandsbewegung der Mittleren und Unteren Weichsel mannigfache Abweichungen von derjenigen der Oberen Weichsel. Während z. B. in der letzteren die Werthe für das mittlere Hochwasser beider Jahreshälften nur unerheblich von einander verschieden sind oder gar der sommerliche Betrag überwiegt, ragt bei Warschau das mittlere Hochwasser des Winters beträchtlich über das des Sommers hinaus, und der Jahreshöchstſtand trifft hier weitaus häufiger auf den Winter als bei Krakau. Daß trotz dieser Verschiedenheiten auch bei der Mittleren Weichsel der Sommer im Wesentlichen die Zeit der fallenden, der Winter aber die Zeit der steigenden Wasserstände bleibt, braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden.

2. Einwirkung der Nebenflüsse.

Der San, dessen Mündung den Grenzpunkt zwischen der Oberen und der Mittleren Weichsel bildet, vermehrt die bis dahin 33 275 qkm umfassende Gebietsfläche um 16 870 qkm, also um etwas über 50 %. Das Verhältniß ist also ähnlich wie beim Dunajec, der zu 12 813 qkm noch 6958 qkm hinzufügt. Indessen kommt dem San nicht ganz die Bedeutung für den Abflußvorgang des Stromes zu, die der Dunajec besitzt. Vor Allem gilt dies von den sommerlichen Hochfluthen, bei denen der San gewöhnlich nur dazu beiträgt, der vom Dunajec in den Strom getragenen gewaltigen Fluthwelle auf ihrer Rückseite eine Dehnung und größeren Wasserreichthum zu geben. Von den Ausnahmezuständen bei Hochfluthen und von einer Vergleichung mit Bug und Narew abgesehen, wirkt aber der San auf den Wassergehalt des Stromes doch bestimmender ein als jeder andere Nebenfluß und übertrifft bei gewöhnlichen Wasserständen auch den Dunajec an Abflußmenge. Wenn gleichwohl die Einwirkung des San in dem Bilde der mittleren Wasserstandsbewegung nicht in gleichem Maße zum Ausdruck kommt, wie dies etwa beim Dunajec der Fall ist, so kann dies seinen Grund nur darin

haben, daß der Abflußvorgang des San wenigstens in der untersten Flußstrecke mit demjenigen des anschließenden Theiles der Oberen Weichsel eine so große Aehnlichkeit aufweist, daß die Vereinigung beider Gewässer kaum neue Züge in die Wasserstandsbewegung hineinbringt. Die hierüber handelnden Abschnitte enthalten mancherlei Belege dafür, daß Gebirgs- und Flachland beim Abflußvorgange des San in ganz ähnlicher Weise zusammenwirken, wie dies bei der Oberen Weichsel geschieht.

Von den Nebenflüssen, welche der Weichselstrom in Russisch-Polen empfängt, haben außer dem Narew nur der Wjeprz, die Pilica und die Bzura größere Bedeutung. Trotz ihrer beträchtlichen Gebietsfläche können sie schon deshalb keine wesentlichen Aenderungen am Abflußvorgange des Hauptstroms verursachen, weil die Verhältnißzahlen des Gebietszuwachses nicht sehr groß sind. An der Wjeprzmündung steigert sich der bisherige Flächeninhalt des Niederschlagsgebiets (57 871 qkm) um 10 762 qkm oder etwas über 18 %, an der Pilicamündung (72 287 qkm) um 9268 qkm oder nicht ganz 13 %, an der Bzuramündung (159 470 qkm) gar nur um 7625 qkm oder weniger als 5 %. Da über den Abflußvorgang dieser Nebenflüsse nichts Näheres bekannt ist, gewährt bloß die Betrachtung ihrer Zuflußgebiete und die Form des Gewässernetzes einigen Anhalt für die Abschätzung ihrer Einwirkung auf den Hauptstrom. Die in den Gebietsbeschreibungen hierüber enthaltenen Angaben machen wahrscheinlich, daß bei den Fluthwellen dieser und der übrigen russischen Nebenflüsse (außer dem Narew) die Größtmengen früher in die Weichsel gelangen, als der Scheitel der Hauptstromwelle an ihren Mündungen eintrifft. Die auffallend große Geschwindigkeit des Fortschreitens der Hauptstromwelle hängt hiermit zusammen.

Erst wieder vom Narew und Bug liegen Wasserstandsbeobachtungen vor. Auf Grund derselben wird im nächsten Abschnitt der Nachweis geführt, daß diese Gewässer die sommerliche Wasserführung des Stromes in viel kleinerem Maße fördern, wie die winterliche durch sie gesteigert wird. Ein gewisser, vor der Hand freilich nicht näher bestimmbarer Bruchtheil der gesammten Wassermenge, welche im Kreislaufe eines mittleren Jahres zum Abfluß gelangt, wird also durch die genannten Flachlandflüsse gewissermaßen dem Sommer genommen und dafür namentlich der Zeit der Schneeschmelze zugewiesen. Daß ein Gleiches auch für die übrigen Nebenflüsse gilt, die der Strom in Rußland empfängt, leuchtet schon aus der Aehnlichkeit aller Verhältnisse ein und wird durch die Wasserstandsbewegung des Stromes bestätigt. Doch schon wegen seiner bedeutenden Gebietsgröße (73 470 qkm) bleibt es der Narew, durch welchen der vorher allmähliche Uebergang des Hauptstromes in einen reinen Flachlandstrom gleichsam mit einem Schlage zum Abschluß kommt. Den Eisgang im Strome pflegen Bug und Narew nicht zu erschweren, da ihr sogenanntes polnisches Eis meist etwas verspätet kommt. Ebenso folgt auch ihre Frühjahrswelle dem Fluthscheitel des Stromes meist erst in einigem Abstande nach.

3. Wasserstandsbewegung.

Die Unterlagen, welche für die Beschreibung des Abflußvorganges der russischen Weichsel zu Gebote stehen, sind leider recht unzulänglich. Denn nur

für die Pegelstelle zu Warschau liegt eine Beobachtungsreihe vor, deren zeitliche Erstreckung der Bedeutung des Stromes entspricht. Die täglichen Wasserstände für die Zeit vom Frühjahr 1799 bis zum Frühjahr 1860 sind von Kolberg veröffentlicht in seinem mehrfach erwähnten Werke. („Die Weichsel“, Warschau 1861.) Gröbere Störungen der Höhenlage des Pegels sind hiernach wenigstens seit 1834 nicht mehr vorgekommen. Die Unsicherheit bis zum Jahre 1834 ist übriges nicht sonderlich zu beklagen, da bis 1817 die Zahlenreihe viele Lücken enthält und ein Hinblick auf die Beobachtungsreihe für den Pegel zu Krakau es ohnedies rathsam erscheinen läßt, auch bei Warschau die Bildung der Mittelwerthe erst mit dem Jahre 1831 zu beginnen. Für die Jahre 1860 bis einschließlich 1879 hat Slowikowski die täglichen Aufzeichnungen der Wasserstandshöhe mitgetheilt. („Wasserstände der Weichsel bei Warschau von 1860 bis 1880“ im Jahrgang 1881 der Pamientnik Fizyjograficzny, eines für die Landeskunde von Polen sehr werthvollen, in Warschau herausgegebenen naturwissenschaftlichen Jahrbuchs.) Kolberg's Annahmen über die Unveränderlichkeit der Höhenlage des Pegels werden von dem letztgenannten Bearbeiter nicht ganz gebilligt. Vielmehr ist er der Ansicht, daß die von Kolberg veröffentlichten Zahlen vom 11. Oktober 1855 ab um zwei neupolnische Zoll (0,048 m) zu vermindern seien, da der Pegel von diesem Tage bis zum 1. März 1866 so viel zu tief gelegen habe. Da der Sachverhalt aber nicht ganz aufzuklären ist, so wurde für das Folgende von jeder Verbesserung der Zahlen abgesehen. Beim Uebergang der von Kolberg veröffentlichten Reihe in die spätere tritt daher allerdings ein Sprung der Zahlen um rund 0,05 m ein, der für die langjährigen Werthe aber nicht sehr ins Gewicht fällt.

Für die Jahre 1880/86 liegt unserer Untersuchung eine Reihe täglicher Ablesungen zu Grunde, die an einem mit dem amtlichen Pegel ziemlich gut übereinstimmenden städtischen Pegel bei Czerniakuw oberhalb Warschau vorgenommen worden sind. Da der Strom dort andere Querschnittsverhältnisse aufweist als an der Alexanderbrücke, wo sich der amtliche Pegel befindet, so kann ein genaues Gleichzeigen beider Pegel nicht erwartet werden. Daß keine wesentlichen Unterschiede vorhanden sind, lehrt ein Vergleich mit den bildlichen Darstellungen der Wasserstände des Hauptpegels im Atlas zu Kwicinski's Veröffentlichung über die Regulirung des Weichselstroms bei Warschau. Von 1888 ab ist wiederum die amtliche Pegelreihe zu Grunde gelegt, die sich auf einen Nullpunkt bezieht, der angeblich 77,71 m über dem Meeresspiegel liegt.

In Kolberg's Werk sind für die Zeit vom Januar 1841 bis Januar 1860 auch noch die täglichen Wasserstandsbeobachtungen am Pegel zu Zawichost mitgetheilt, dessen Nullpunkt jetzt nach dem österreichischen Nivellement die Höhenlage + 135,62 m besitzt, früher aber wohl etwas tiefer gelegen hat. Ferner enthält die amtliche Veröffentlichung „Wasserstand der Flüsse und Seen des europäischen Rußlands“ (St. Petersburg 1881) für die letzten Monate des Jahres 1876 und für die folgenden vier Jahre eine bildliche Darstellung der täglichen Ablesungen an den Pegeln zu Zawichost, Warschau und Plock, für 1877/80 auch eine zahlenmäßige Zusammenstellung der mittleren und der äußersten Wasserstände der einzelnen Monate. Wie bei den entsprechenden Pegelstellen im Gebiete des

Njemen und Narew ließen sich wenigstens die Monatsmittel auch für die Jahre 1881/94 beschaffen. Die Benutzung derselben wird freilich wieder durch den Umstand erschwert, daß den zuletzt genannten Reihen der Julianische Kalender zu Grunde liegt, während aus den oben genannten Tagesbeobachtungen die Mittelwerthe für den Gregorianischen Kalender berechnet werden konnten, um den Vergleich mit den österreichischen und preußischen Wasserstandsangaben zu erleichtern. Endlich liegt von der zweiten Hälfte des Jahres 1888 ab eine Reihe täglicher Beobachtungen vor, die bei Zakroczym, wenige Kilometer unterhalb der Einmündung des Narew, angestellt worden sind. Einen Vorläufer dieser Beobachtungsreihe bildet eine solche für den Pegel bei Nowy-Dwur (oberhalb der Narewmündung), die aber nur etwa $2^1/_2$ Jahre umfaßt und auch zu lückenhaft ist, um wesentliche Aufschlüsse zu verheißen.

Schon aus diesen Vorbemerkungen ergiebt sich, daß die beigegebene Tabelle für das Mittelwasser der Monate, der Jahreshälften und des Jahres sehr ungleichartige Werthe in sich vereinigen muß. Die ersten drei Spalten enthalten für die Pegelstellen Zawichost, Warschau und Plock die aus dem Zeitraum 1877/94 (volle 18 Jahre) nach dem russischen Kalender berechneten Mittelwerthe. Allen übrigen Reihen liegt der bei uns gebräuchliche Gregorianische Kalender zu Grunde, und zwar finden sich in den Spalten 4 und 5 die Mittelwerthe des Zeitraums vom Januar 1841 bis zum Januar 1860 für Zawichost und Warschau, ferner in den Spalten 6 und 7 (wiederum zur Vergleichung unter einander) die Mittelwerthe der Jahre 1889/97 für Warschau und Zakroczym, endlich in der letzten Spalte die langjährigen Mittelwerthe der Jahre 1831/96 für Warschau. Nur diese letzte Reihe umschließt einen genügend langen Zeitraum, um ohne Weiteres als maßgebend angesehen werden zu können. Den Reihen der Spalte 4, 5 und 8 entsprechen die Abbildungen 10, 11 und 12.

Mittelwasser	Nach Julianischem Kalender			Nach Gregorianischem Kalender				
	1877/94			1841/59		1889/97		1831/96
	Zawichost m	Warschau m	Plock m	Zawichost m	Warschau m	Warschau m	Zakroczym m	Warschau m
November . . .	0,94	1,02	1,03	1,29	1,18	1,00	0,34	0,98
Dezember . . .	1,08	1,13	1,16	1,47	1,32	1,18	0,24	1,17
Januar	1,24	1,33	1,49	1,56	1,62	1,38	0,44	1,43
Februar . . .	1,46	1,59	1,75	1,64	1,83	1,51	0,75	1,62
März	**1,81**	**2,04**	**2,42**	2,07	**2,10**	**2,28**	**1,94**	**2,02**
April	1,29	1,36	1,71	**2,21**	**2,10**	1,84	1,84	1,88
Mai	1,15	1,11	1,17	1,68	1,45	1,23	0,74	1,34
Juni	1,29	1,20	1,13	1,43	1,19	1,34	0,66	1,14
Juli	1,10	0,98	0,95	1,64	1,34	1,15	0,43	1,13
August	0,92	0,86	0,87	1,54	1,30	1,11	0,35	1,10
September . .	0,75	0,70	0,70	1,16	0,97	0,75	—0,05	0,85
Oktober . . .	0,99	0,96	0,95	1,18	0,99	0,93	0,15	0,86
Winter	1,30	1,41	1,60	1,71	1,69	1,53	0,93	1,52
Sommer . . .	1,03	0,97	0,96	1,44	1,21	1,08	0,38	1,07
Jahr	1,17	1,19	1,28	1,58	1,45	1,31	0,65	1,29

Seine höchste Lage nimmt der mittlere Wasserspiegel beim Abfließen des Schmelzwassers ein, und zwar scheint etwa die zweite Hälfte des März nach unserm Kalender den Zeitraum mit den durchschnittlich höchsten Wasserständen zu bilden. Bemerkenswerth ist, daß in den Reihen nach russischem Kalender der April bereits wieder ein niedrigeres Mittelwasser besitzt als der Februar. Allem Anscheine nach nimmt also die Zerstörung der Schneedecke und die hiermit ver-

Abb. 10.

Zawichost 1841/59

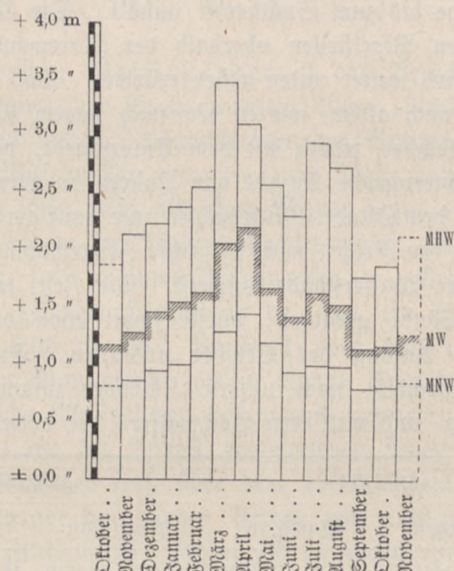


Abb. 11.

Warschau 1841/59

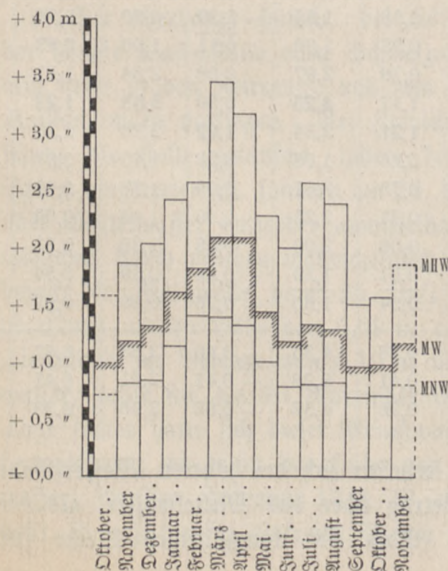
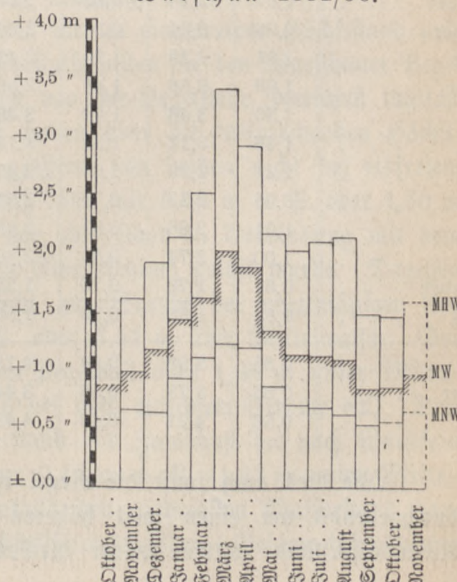


Abb. 12.

Warschau 1831/96.



bundene Abführung der aufgespeicherten Wassermassen nicht ganz so viel Zeit in Anspruch, wie man bei einem derart flachen und zur Winterszeit kalten Gebiete vielleicht erwarten möchte. Dieser Bemerkung ist freilich entgegenzuhalten, daß der Eisstand den Wasserspiegel zu einer weit bedeutenderen Höhe emportreiben kann, als sie durch die bloße Wasserführung bedingt ist. Doch besitzt auch in der langjährigen Reihe für Warschau (1831/96) der April ein etwas kleineres mittleres Niedrigwasser als der März, während an Pegelstellen mit später Schneeschmelze das Gegentheil einzutreten pflegt.

Auf die Frühjahrserhebung der Wasserstände folgt ein Absinken derselben, das in der Hauptsache bis zum Spätherbst anhält. Die Unterbrechung, welche diese Senkung an den Pegelstellen oberhalb der Narewmündung während des Sommers erfährt, wird weiter unten näher erörtert. Das kleinste Mittelwasser trifft sowohl in den nach altem, wie in den nach neuem Kalender abgegrenzten Reihen auf den September, jedoch mit dem Unterschiede, daß da, wo der neue Kalender und eine hinreichende Anzahl von Jahren zu Grunde liegen, zwischen den September- und den Oktober-Mittelzahlen nur ganz geringfügige Unterschiede bestehen, während in den Reihen nach russischer Zeitrechnung der Oktober bereits wieder merklich höhere Wasserstände aufweist. Die Zeit, in welcher die Schiffe am leichtesten auf Sände gerathen, dürfte somit etwa die zweite Hälfte des September und den Anfang des Oktober ausfüllen. Dies ergiebt sich auch aus einer zweiten, durchweg nach unserm Kalender zusammengestellten Tabelle des mittleren Niedrig- und mittleren Hochwassers der einzelnen Monate.

Mittleres Niedrig- und Hochwasser	1841/59				1889/97				1831/96	
	Zawichost		Warschau		Warschau		Zakroczym		Warschau	
	MNW m	MHW m	MNW m	MHW m	MNW m	MHW m	MNW m	MHW m	MNW m	MHW m
November . . .	0,87	2,14	0,82	1,87	0,65	1,63	— 0,12	0,92	0,66	1,60
Dezember . . .	0,96	2,24	0,84	2,04	0,58	1,85	— 0,37	0,90	0,64	1,91
Januar	1,01	2,39	1,14	2,43	0,93	1,96	0,11	1,06	0,93	2,13
Februar	1,09	2,56	**1,41**	2,58	0,79	2,97	0,08	2,34	1,11	2,51
März	1,30	**3,48**	1,40	**3,46**	1,17	**4,25**	0,59	**3,83**	**1,23**	**3,40**
April	**1,46**	3,12	1,33	3,18	**1,21**	2,84	**1,02**	2,76	1,20	2,91
Mai	1,21	2,59	1,01	2,29	0,85	1,88	0,28	1,45	0,87	2,17
Juni	0,95	2,32	0,79	2,01	0,78	2,51	0,09	1,77	0,71	2,03
Juli	1,01	2,96	0,81	2,58	0,71	2,25	0,00	1,46	0,69	2,11
August	1,00	2,74	0,83	2,40	0,66	2,09	0,08	1,36	0,63	2,15
September . . .	0,81	1,78	0,70	1,52	0,51	1,19	— 0,29	0,39	0,54	1,49
Oktober	0,82	1,88	0,72	1,58	0,54	1,60	— 0,26	0,88	0,57	1,47
Winter	0,65	3,98	0,64	4,18	0,38	4,35	— 0,48	3,83	0,47	3,97
Sommer	0,65	3,73	0,55	3,44	0,41	3,28	— 0,41	2,61	0,41	3,29
Jahr	0,53	4,21	0,48	4,43	0,26	4,52	— 0,62	3,96	0,33	4,30

Wie dies auch sonst die Regel ist, erheben sich die höheren Wasserstände durchgehends um einen weit höheren Betrag über das Mittelwasser, als die Kleinwasserstände unter diesem bleiben. Nach der langjährigen Reihe für

Warschau (1831/96) zeigt der Wasserspiegel folgende durchschnittliche Schwankungen. Der Abstand zwischen dem Mittelwasser und dem mittleren Tiefststand umfaßt hiernach im Winter 30 %, im Sommer 23 % und im Kreislaufe des Jahres 24 % der entsprechenden mittleren Schwankung (MHW—MNW).

Winter			Sommer			Jahr		
MW—MNW m	MHW—MW m	MHW—MNW m	MW—MNW m	MHW—MW m	MHW—MNW m	MW—MNW m	MHW—MW m	MHW—MNW m
1,05	2,45	3,50	0,66	2,22	2,88	0,96	3,01	3,97

Bei den äußersten Wasserständen ist das Verhältniß ein ganz ähnliches. Der seit Beginn der Beobachtungen (März 1799) bekannt gewordene Tiefststand hat nämlich in den Weihnachtstagen des Winters 1834/35 — 0,34 m, d. h. 1,63 m unter Mittelwasser betragen, zum Theil wohl in Folge des hartnäckigen Frostes, der schon mehr als einen Monat zuvor eingetreten war. Die zweittiefste Senkung, die im Juli 1889 beobachtet wurde, ging nur bis auf 0,11 m unter Pegelnull, d. h. 1,40 m unter Mittelwasser. — Aehnlich vereinzelt steht der zur Feststellung gelangte Höchststand da, den ein Sommerhochwasser am 27. Juli 1844 mit 6,55 m über Pegelnull oder 5,26 m über Mittelwasser brachte. Den zweiten Platz nimmt das in älteren Schriften viel genannte und für viele wasserbauliche Maßnahmen bestimmend gewordene Sommerhochwasser von 1813 ein, dessen am 30. August eingetretener Scheitel nach Kolberg eine Höhe von 20,8 neupolnischen Fuß über dem 1834 eingeführten Pegelnullpunkt besaß, was zufällig gerade den runden Betrag von 6,00 m ergiebt. Auch die beiden nächsthöchsten Fluthscheitel bildeten sich im Hochsommer aus: einer in der Höhe von 5,95 m (28. August 1839), der andere in der Höhe von 5,92 m (14. Juli 1867). Erst der fünfte Platz fällt einem Winterhochwasser zu (5,86 m am 26. März 1855, einige Tage nach dem Eisgang).

Der überhaupt höchste, bei eisfreiem Strom eingetretene Höchststand und der höchste Wasserstand einer Schmelzwasserfluth fallen für den Warschauer Pegel also beide in den Zeitraum, aus dem auch von der Pegelstelle Zawichost tägliche Beobachtungen vorliegen. Bei Zawichost haben aber die entsprechenden Höchststände die Rolle getauscht, indem der größere von beiden nicht bei eisfreiem Strom eingetreten ist, sondern am 23. März 1855 mit 5,88 m a. P. oder 4,30 m über Mittelwasser entweder unmittelbar vor oder schon in Verbindung mit dem Eisgang, durch welchen wahrscheinlich eine Eisversetzung gelöst wurde. Dagegen besaß die Fluthwelle vom 25. Juli 1844 zur Stunde der regelmäßigen Beobachtung nur die Höhe von 5,09 m a. P. oder 3,51 m über Mittelwasser. Der Tiefststand im Betrage von 0,10 m unter Pegelnull oder 1,68 m unter Mittelwasser, stellte sich am 20. November 1846 bei noch eisfreiem Strome ein. Drei Tage später hatte sich dieser Kleinstwasserstand von Zawichost bis nach Warschau fortgepflanzt, wo er in der Höhe von nur 0,12 m a. P. (1,33 m unter Mittelwasser) für den Zeitraum 1841/59 ebenfalls den niedrigsten Wasserstand darstellt, so daß die für eisfreien Strom feststellbare 19-jährige Gesammtschwankung

hier den Betrag von 6,43 m annimmt. Eine noch nicht ganz $2^1/_2$-jährige Frist (Juli 1844/Nov. 1846) genügte somit, um den Wasserspiegel an der Pegelstelle zu Warschau fast die gesammte Höhenänderung durchlaufen zu lassen, die seit dem Beginne der Beobachtungen für die Zeit ohne Eisbildungen überhaupt zu verzeichnen ist. Da diese nur 0,23 m mehr (6,66 m) beträgt, darf man auf die Pegelstelle bei Zawichost wohl den Rückschluß ziehen, daß die äußerste Schwankung des Wasserspiegels bei eisfreiem Strom hier nicht leicht über den Betrag von 5,5 m wesentlich hinausgehen wird. Die geringere Schwankungsgröße beruht vermuthlich darauf, daß bei Zawichost das Hochwasser sich freier ausdehnen kann als in der Stromenge bei Warschau. Zur leichteren Uebersicht sind in der folgenden Tabelle nochmals die Hauptzahlen für die äußersten Wasserstände zusammengestellt:

Zeitraum	Pegelstelle	Eisfrei					Ueberhaupt				
		HHW m	NNW m	HHW—NNW m	MW m	HHW—MW m	HHW m	NNW m	HHW—NNW m	MW m	HHW—MW m
1841/59	Zawichost	5,09	—0,10	**5,19**	1,58	**3,51**	5,88	—0,10	**5,98**	1,58	**4,30**
	Warschau	6,55	0,12	**6,43**	1,45	**5,10**	6,55	0,12	**6,43**	1,45	**5,10**
1831/96	Warschau	6,55	0,11	**6,66**	1,29	**5,26**	6,55	—0,34	**6,89**	1,29	**5,26**

Im Anschluß an die früheren Bemerkungen über die gegenseitige Lage der einzelnen Monatsmittel des Wasserstandes sei noch darauf hingewiesen, daß die Absenkung des mittleren Hochwassers im Frühjahr derjenigen des Mittelwassers und mittleren Niedrigwassers etwas vorangeht, während es im Herbst umgekehrt ist. Betrachtet man z. B. die bildliche Darstellung der hierfür in erster Linie maßgebenden langjährigen Mittelwerthe für Warschau, so findet man die Absenkung des mittleren Hochwassers im Frühjahr hauptsächlich auf den zweimonatlichen Zeitraum von März bis Mai vertheilt, während der weitere Abstieg bis zum folgenden Monat dann ziemlich unwesentlich ist. Beim Mittelwasser wie beim mittleren Niedrigwasser erscheint dagegen die Absenkung zwischen März und April zwar auch schon eingeleitet, fällt in ihrem überwiegenden Bruchtheil aber auf die Zeit von April bis Juni. Auch wenn die von der Schneeschmelze erzeugten höheren Fluthwellen längst verlaufen sind, hat der Strom also doch immer noch aus den zuvor in der Schneedecke aufgespeicherten Wasservorräthen zu zehren.

In ihrem Verlaufe während des Sommerhalbjahres weichen die Linien für die verschiedenen Monatswerthe wieder in ganz ähnlicher Weise von einander ab, wie dies bereits für die Obere Weichsel nachgewiesen ist. Dem mittleren Hochwasser verleihen die großen Anschwellungen des Sommers einen deutlichen zweiten Höchstwerth um die Zeit der größten Wärme. Beim Mittelwasser und beim mittleren Niedrigwasser erfährt dagegen die Senkung vom Frühjahr bis zum Herbst hin keine Unterbrechung, sondern nur eine namentlich beim Mittelwasser hervortretende Verzögerung während des Hochsommers. Letztere ist so bedeutend, daß der Unterschied zwischen dem Mittelwasser des Juni und dem

des August nur 0,04 m ausmacht, während er beim mittleren Niedrigwasser doppelt so groß ist und dadurch dem Unterschied zwischen August und September gleichkommt. Bei der zweiten stärkeren Absenkung des Wasserspiegels, die den Eintritt des Herbstes anzeigt, schreitet also das mittlere Niedrigwasser den anderen Mittelwerthen voran.

Wie aus den soeben betrachteten langjährigen Werthen für Warschau hervorgeht, kann es bis zu einem gewissen Grade hin nur eine Wirkung des Zufalls sein, wenn in mehreren der aus kürzeren Zeiträumen berechneten Reihen auch der Mittelwasserspiegel eine zweite Erhebung um die Mitte des Sommers zeigt (Abb. 10 und 11). Unverkennbar gesetzmäßig ist aber die Abstufung, welche diese Erscheinung von Pegelstelle zu Pegelstelle erfährt. So ist jene Hebung des Mittelwassers in den Reihen aus dem Zeitraum 1841/59 bei Zawichost merklich höher als bei Warschau, und in den Zahlen für die Jahre 1877/94 (russischen Kalenders) wiederholt sich nicht bloß das Gleiche, sondern an der Pegelstelle Plock unterhalb der Narewmündung ist jene Zwischenerhebung überhaupt nicht mehr zu finden. Auch in den nur 9-jährigen Reihen für 1889/97 zeigt Warschau (diesmal vom Mai zum Juni) ein nochmaliges Ansteigen des Mittelwassers, wogegen bei Zakroczym unterhalb der Narewmündung letzteres während des Halbjahres von März bis September dauernd abnimmt.

Man sieht, daß diese Umgestaltung des Verlaufes der Mittelwerthe auf die Einwirkung der Flachlandgewässer, besonders des Narew und Bug, zurückzuführen ist. Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man nur die in der Flußbeschreibung des Narew mitgetheilten Mittelwasserreihen, besonders für die zunächst an der Mündung gelegene Pegelstelle Zegrze, welche unterhalb der Bugmündung liegt und daher für das ganze Narew-Bug-Gebiet maßgebend ist, mit den gleichzeitigen Reihen (1877/94) für Plock und Warschau zu vergleichen. Dabei ergeben sich folgende Aenderungen des Mittelwassers von Monat zu Monat:

	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober
Zegrze (m) .	— 0,27	— 0,13	— 0,02	— 0,06	+ 0,22	
Warschau (m) .	+ 0,09	— 0,22	— 0,12	— 0,16	+ 0,26	
Plock (m) . .	— 0,04	— 0,18	— 0,08	— 0,17	+ 0,25	

Könnte man statt der bloßen Wasserstände die zugehörigen Wassermengen in Rechnung stellen, so wäre vermuthlich noch ein weit besseres Bild darüber zu gewinnen, wie sich die Wasserführung der Unteren Weichsel aus denjenigen der Mittleren Weichsel und des Narew im Verein mit dem Bug zusammensetzt. Einen gewissen Einblick vermag aber vielleicht auch schon die Bemerkung zu gewähren, daß die oben angegebene sommerliche Absenkung des Mittelwassers bei Plock angenähert der Mittelwerth aus den beiden anderen Pegelstellen ist, wenn man den Zahlen für Warschau etwa das anderthalbfache Gewicht beilegt.

	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober
Mittelwerth (m)	— 0,05	— 0,18	— 0,08	— 0,12	+ 0,24	
Plock (m)	— 0,04	— 0,18	— 0,08	— 0,17	+ 0,25	

Eine größere Abweichung von den oben angegebenen Zahlen tritt also nur für die Monate August—September ein, und diese wird bei jeder Mittelbildung ähnlicher Art bestehen bleiben, da der Wasserspiegel in den genannten Monaten bei Plock stärker sinkt, als an den beiden anderen Pegelstellen.

Im Zusammenhang hiermit ist es recht lehrreich, aus den Reihen für Warschau und Plock die Abweichungen des Mittelwassers der einzelnen Monate vom Gesammtmittel des Jahres zu betrachten. Nach russischem Kalender betragen dieselben (1877/94):

Pegelstelle	November m	Dezember m	Januar m	Februar m	März m	April m	Mai m	Juni m	Juli m	August m	September m	Oktober m	Winter m	Sommer m
Warschau	— 0 17	— 0,06	+ 0,14	+ 0,40	+ **0,85**	+ 0,17	— 0,08	+ 0,01	— 0,21	— 0,33	— 0,49	— 0,23	+ 0,22	— 0,22
Plock	— 0,25	— 0,12	+ 0,21	+ 0,47	+ **1,14**	+ 0,43	— 0,11	— 0,15	— 0,33	— 0,41	— 0,58	— 0,33	+ 0,32	— 0,32

Bei Plock liegt der mittlere Wasserspiegel also während des ganzen Sommers und auch noch während des Frühwinters (Mai bis Dezember) tiefer unter dem Jahresmittel als bei Warschau, während in den übrigen Monaten, namentlich im März und April, das Umgekehrte der Fall ist. Die mittlere Jahresschwankung (MHW—MNW), die bei derartigen Vergleichungen stets berücksichtigt werden muß, kann die Ursache dieser Verschiedenheiten nicht bilden; denn allem Anschein nach ist sie bei Plock nicht größer als bei Warschau. Wenigstens stellt sie sich in den allein vergleichbaren Jahren 1877/80 für Warschau auf 4,41 m, für Plock aber nur auf 4,12 m. Die Unterschiede zwischen den oben angeführten Zahlenreihen geben somit ein unverfälschtes Zeugniß von der Bedeutung ab, die Bug und Narew für den Weichselstrom besitzen. Ihre Einwirkung ist eine derartige, daß sie die sommerliche Wasserführung weitaus geringer unterstützen, als sie zur Vermehrung der Wasserfülle während der Abführung des Schmelzwassers im Frühjahr beitragen. Dies Ergebniß wird sich aber auf den Wjeprz, die Pilica und die übrigen Flachlandflüsse des hier zu betrachtenden Gewässernetzes um so eher übertragen lassen, als die Wasserstandsbewegung schon auf dem langen Wege von Zawichost bis Warschau eine merkliche Aenderung in dem erörterten Sinne zeigt.

Man darf nun aber nicht glauben, daß die gewöhnlichen Wasserstände unterhalb der Narewmündung im Sommer ungünstiger und im Winter durchschnittlich höher seien als in Warschau. Vielmehr wird die Mehrhöhe des Winter-Mittelwassers hauptsächlich durch die Steigerung der Schmelzwasserfluthen an Höhe und Dauer, die Minderhöhe des Sommer-Mittelwassers durch das Zurücktreten der sommerlichen Hochfluthen hervorgerufen. Das die Hochwassererscheinungen behandelnde Kap. 18 geht hierauf noch näher ein. Nach der bildlichen Darstellung der täglichen Beobachtungen für die Jahre 1877/80 hat es den Anschein, daß namentlich die vielen nur nach Dezimetern zählenden Anschwellungen, die von Galizien her den Strom durchlaufen, in Folge mangelnder seitlicher Wasserzufuhr mehr und mehr abgeflacht und oft auch ganz ausgelöscht

werden. Ein Entstehen selbständiger Fluthwellen auf der russischen Stromstrecke ist von vorn herein nicht zu erwarten, wenn man von den verwickelten Verhältnissen bei der Schneeschmelze absieht, und jedenfalls außerordentlich selten. Die vorliegenden vier Jahre bieten kein einigermaßen deutliches Beispiel dafür.

Eine langjährige Senkung oder Hebung des Wasserspiegels, deren Maß ins Gewicht fiele, ist an der langjährigen Reihe für Warschau, die hierfür allein in Betracht kommen kann, nicht festzustellen. Wohl aber haben vorübergehend wasserarme Zeiten mit wasserreicheren gewechselt. Da es sich hierbei aber fast ausschließlich um Erscheinungen handelt, die mit dem allgemeinen Verhalten der Witterung im Gesammtgebiete des Stromes zusammenhängen, so beschränken sie sich nicht auf die russische Weichsel und sind daher bereits in Bd. I zur Erörterung gelangt.

4. Häufigkeit der Wasserstände.

Bei den früheren Betrachtungen über die Vertheilung der Tiefst- und Höchststände des Jahres auf die einzelnen Monate haben wir gesehen, daß bei der Pegelstelle N.-Berun an der Kleinen Weichsel in der langjährigen Reihe für 1833/96 48 % aller Jahreshöchststände dem Winter und 52 % dem Sommer angehören, bei Krakau innerhalb des Zeitraums 1831/96 schon 53 % dem Winter und nur 47 % dem Sommer. Bei Warschau fallen aber dem Winter 65 % und dem Sommer nur noch 35 % zu. Diese erhebliche Verschiebung des Verhältnisses vollzieht sich jedoch bereits an der untersten Strecke der Oberen Weichsel. Letzteres geht nicht nur aus den diesbezüglichen Ausführungen über die Obere Weichsel (vgl. S. 241) hervor, sondern auch daraus, daß innerhalb des 19-jährigen Zeitraumes 1841/59, der für eine solche Vergleichung wohl lang genug ist, sich schon bei Zawichost die gleiche Vertheilung der Höchststände zeigt wie bei Warschau. Auch bei Zawichost treten 65 % im Winter und 35 % im Sommer ein. Das Walten eines bloßen Zufalles ist hierbei vollständig ausgeschlossen, da die Höchststände fast sämmtlicher einzelner Jahre einander in ihrer zeitlichen Lage bei Zawichost und bei Warschau entsprechen.

Wie die nachfolgende Zusammenstellung beweist, besitzt den Hauptantheil an den 65 % aller Höchststände, die in der langjährigen Reihe für Warschau dem Winter zufallen, der März mit 35 %. Ihm folgen der August mit 13, der April und Juni mit je 10, der Februar mit 9, der Juli mit 8 %, während die Monate September und Oktober den Höchststand niemals hatten.

Vertheilung der Jahreshöchststände.

Prozentzahlen 1831/96	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Warschau (%)	2	3	6	9	**35**	10	4	10	8	13	0	0	65	35	100
Krakau (%) .	1	5	12	12	**17**	6	14	12	8	9	4	0	53	47	100

Der Hauptunterschied gegen Krakau macht sich in den Monaten Dezember bis Juni geltend, und zwar ist die Zahl der Höchststände bei Warschau in den

Monaten Dezember bis Februar insgesammt um 11 % geringer, in den Monaten März und April um 22 % größer, in den Monaten Mai und Juni dann wieder um 12 % geringer als bei Krakau. Der Gegensatz zwischen Gebirgs- und Flachland läßt letzteren Unterschied leicht verstehen: Von der Stelle ab, wo das Flachland eine größere Einwirkung gewinnt, sammelt sich oft in den Monaten März und April im Strome eine beträchtliche Menge von Schmelzwasser an, während das Gebirge noch mit Schnee bedeckt ist. Durch das spätere Abschmelzen des Gebirgsschnees entstehen dann, oft in Verbindung mit gleichzeitigen Regenfällen, im Mai und zuweilen wohl auch noch im Juni Fluthwellen, die zwar in der oberen Stromstrecke über die Wasserspiegelhöhe der vorangehenden Monate hinausgehen, dagegen weiter unterhalb um so mehr an Bedeutung verlieren, je größer die bereits früher vom Schnee befreite Gebietsfläche wird. Mißlicher steht es dagegen um die Erklärung der in den Monaten Dezember bis Februar herrschenden Verschiedenheiten. Schon die Eisverhältnisse können sich gerade in den Wasserständen dieser Monate sehr geltend machen. Wahrscheinlich ist aber die Erscheinung darin begründet, daß bei Krakau, wo die März- und Aprilfluthen im Durchschnitt merklich schwächer auftreten als bei Warschau, eine durch Winterregen oder durch das Abschmelzen eines Theiles der Schneedecke in den Monaten zuvor hervorgerufene Anschwellung um so leichter zum Jahreshöchststande werden kann.

In der Vertheilung der Tiefststände treten ähnliche Unterschiede zwischen der Oberen und der Mittleren Weichsel hervor. Ist es bei Krakau eine auf 16 % aller Fälle beschränkte Ausnahme, wenn der Jahrestiefststand im Winter eintritt (ähnlich wie bei der Pegelstelle N.-Berun an der Kleinen Weichsel), so gehören bei Warschau unter Zugrundlegung des gleichen Zeitraums (1831/96) 43 % aller Tiefststände dem Winter, also nur 57 % dem Sommer an. Doch sind es ebenfalls bereits wieder die zur Oberen Weichsel entwässernden Flachlandgebiete, denen diese Einwirkung zuzuschreiben ist; denn schon die Reihen für Dzikuw und Zawichost zeigen eine ähnliche Vertheilung der Tiefststände auf die Halbjahre, wie sie sich bei Warschau geltend macht. Bei Zawichost überwiegt die winterliche Anzahl sogar.

	1871/95		1841/59	
	Dzikuw	Warschau	Zawichost	Warschau
Winter (%) . .	39	41	60	45
Sommer (%) .	61	59	40	55

Wenn man diesen Verschiedenheiten bis in die einzelnen Monate hinein nachgehen will, so lassen sich nur die langjährigen Reihen für Krakau und Warschau heranziehen, da sonst gar zu viele Zufälligkeiten unausgeglichen bleiben würden.

Vertheilung der Jahrestiefststände.

Prozentzahlen 1831/96	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Warschau (%)	**18**	17	7	1	0	0	3	7	4	10	15	18	43	57	100
Krakau (%)	9	4	1	1	0	1	6	12	13	**23**	18	12	16	84	100

Beide Reihen zeigen also einen recht ausgesprochenen Verlauf: Vom April bis September ist die Zahl der Jahrestiefststände bei Krakau, in dem anderen Halbjahre diejenige bei Warschau größer, und zwar beträgt der Unterschied jedesmal im Ganzen 34 %. Darin stimmen beide Reihen jedoch überein, daß die Monate des Eisaufbruches und des darauf folgenden Abflusses des Schmelzwassers (Februar bis April) weitaus weniger Tiefststände auf sich vereinigen, als irgend sonst eine Gruppe von drei auf einander folgenden Monaten. Die größten Verschiedenheiten zeigen sich dagegen in den Monaten August und Dezember; in jenem hat Warschau 13 % Tiefststände weniger, in letzterem ebenso viele mehr als Krakau.

Für die Pegelstelle Warschau ist auch die Häufigkeit der Wasserstände nach Stufen von 20 zu 20 cm a. P. ausgezählt worden. Im Tabellenbande ist das Ergebniß dieser Ermittelung sowohl für die einzelnen Monate, wie für die beiden Jahreshälften und den ganzen Zeitraum des Jahres mitgetheilt, jedoch nur auf Grund der Beobachtungen innerhalb des Zeitraums 1871/95, der zur Vergleichung der verschiedenen Flüsse und Stromstrecken unter einander dienen soll. Den beiden Tabellen auf S. 310/11 liegt dagegen dieselbe längere Zeitspanne 1831/96 zu Grunde, von der auch bei der Herleitung der oben betrachteten langjährigen Mittelwerthe ausgegangen ist, so daß die Häufigkeitszahlen zu diesen unmittelbar in Beziehung gesetzt werden können. Im Uebrigen gilt das auf S. 196 und 243 für die entsprechenden Tabellen der Pegelstellen N.-Berun und Jagodniki Bemerkte. Wie dort, enthält auch für die Warschauer Pegelstelle eine dritte kleine Tabelle die aus den Zahlenreihen des zu Grunde liegenden Zeitraums (hier 1831/96) abgeleiteten Werthe für den am häufigsten auftretenden Wasserstand oder Scheitelwerth (SW) und den gewöhnlichen, d. h. eben so oft überschrittenen wie nicht erreichten Wasserstand (GW), nebst den sonstigen Hauptzahlen für den betrachteten Zeitraum.

1831/96	NNW m	MNW m	SW m	GW m	MW m	MHW m	HHW m
Winter . .	— 0,34	0,47	1,28	1,37	1,52	3,97	5,86
Sommer .	— 0,11	0,41	0,72	0,93	1,07	3,29	6,55
Jahr . .	— 0,34	0,33	1,12	1,16	1,29	4,30	6,55

Aus den Tabellen geht hervor, daß die Häufigkeit der Wasserstände mit ihrer Erhebung über den Niedrigststand (NNW) im Sommer ungleich schneller zunimmt, als im Winter; denn im Winter wird die größte Häufigkeit erst 0,81 m, im Sommer dagegen bereits 0,31 m über dem mittleren Niedrigwasser des Halbjahrs erreicht. Die äußersten Tiefststände sind wegen der ihnen anhaftenden Zufälligkeit zu einer solchen Vergleichung weniger geeignet. Dieser so verschiedene Verlauf der Häufigkeitszahlen bringt es mit sich, daß der Sommer ein bedeutend niedrigeres Mittelwasser besitzt, als der Winter (der Unterschied beträgt 0,45 m), während die Werthe für das mittlere Niedrigwasser von einander nur unerheblich verschieden sind. Zwischen den Scheitelwerthen für die beiden Jahreshälften giebt es einen Wasserstand, der im Winter mit derselben Wahrscheinlichkeit eintritt, wie im Sommer. Wie eine hier nicht wiedergegebene bildliche Darstellung zeigt, liegt derselbe ungefähr auf 1,1 m a. P., also

nur wenig über dem sommerlichen Mittelwasser. Die Wasserstände unterhalb dieser Grenze gehören vorwiegend dem Sommer, die höheren aber mit Ausnahme der äußersten Höchststände zumeist dem Winter an.

Das raschere Anwachsen, das die sommerlichen Zahlen bis zum Scheitelwerthe hinauf zeigen, wird dadurch ausgeglichen, daß in dem genannten Halbjahre die Abnahme der Häufigkeitszahlen bei den höheren Wasserständen etwas langsamer vor sich geht als im Winter. Hiermit hängt es zusammen, daß der Winter ein um nur 0,24 m über dem Scheitelwerth liegendes Mittelwasser be-

Stufen	Beobachtete Anzahl von Wasserständen			Prozentische Häufigkeit der Wasserstände		
	Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr
höher als 6,20 m	·	2	2	·	0,0	0,0
ausschl. 6,20 m bis 6,00 m einschl.	·	1	1	·	0,0	0,0
″ 6,00 ″ ″ 5,80 ″ ″	·	4	4	·	0,0	0,0
″ 5,80 ″ ″ 5,60 ″ ″	·	3	3	·	0,0	0,0
″ 5,60 ″ ″ 5,40 ″ ″	3	4	7	0,0	0,0	0,0
″ 5,40 ″ ″ 5,20 ″ ″	12	2	14	0,1	0,0	0,1
″ 5,20 ″ ″ 5,00 ″ ″	21	1	22	0,2	0,0	0,1
″ 5,00 ″ ″ 4,80 ″ ″	22	7	29	0,2	0,1	0,1
″ 4,80 ″ ″ 4,60 ″ ″	22	8	30	0,2	0,1	0,1
″ 4,60 ″ ″ 4,40 ″ ″	42	8	50	0,4	0,1	0,2
″ 4,40 ″ ″ 4,20 ″ ″	44	17	61	0,4	0,1	0,3
″ 4,20 ″ ″ 4,00 ″ ″	39	14	53	0,3	0,1	0,2
″ 4,00 ″ ″ 3,80 ″ ″	61	16	77	0,5	0,1	0,3
″ 3,80 ″ ″ 3,60 ″ ″	76	37	113	0,6	0,3	0,5
″ 3,60 ″ ″ 3,40 ″ ″	123	32	155	1,0	0,3	0,6
″ 3,40 ″ ″ 3,20 ″ ″	108	52	160	0,9	0,4	0,7
″ 3,20 ″ ″ 3,00 ″ ″	150	51	201	1,3	0,4	0,8
″ 3,00 ″ ″ 2,80 ″ ″	184	71	255	1,5	0,6	1,1
″ 2,80 ″ ″ 2,60 ″ ″	260	90	350	2,2	0,7	1,5
″ 2,60 ″ ″ 2,40 ″ ″	368	144	512	3,1	1,2	2,1
″ 2,40 ″ ″ 2,20 ″ ″	434	191	625	3,6	1,6	2,6
″ 2,20 ″ ″ 2,00 ″ ″	583	288	871	4,9	2,4	3,6
″ 2,00 ″ ″ 1,80 ″ ″	806	431	1237	6,7	3,6	5,1
″ 1,80 ″ ″ 1,60 ″ ″	1060	636	1696	8,9	5,2	7,0
″ 1,60 ″ ″ 1,40 ″ ″	1263	770	2033	10,6	6,4	8,4
″ 1,40 ″ ″ 1,20 ″ ″	**1744**	1125	2869	**14,6**	9,3	11,9
″ 1,20 ″ ″ 1,00 ″ ″	1465	1500	**2965**	12,2	12,4	**12,3**
″ 1,00 ″ ″ 0,80 ″ ″	1094	1715	2809	9,1	14,1	11,7
″ 0,80 ″ ″ 0,60 ″ ″	824	**1885**	2709	6,9	**15,5**	11,2
″ 0,60 ″ ″ 0,40 ″ ″	646	1615	2261	5,4	13,3	9,4
″ 0,40 ″ ″ 0,20 ″ ″	377	1065	1442	3,1	8,8	6,0
″ 0,20 ″ ″ 0,00 ″ ″	118	305	423	1,0	2,5	1,8
″ 0,00 ″ ″ —0,20 ″ ″	12	54	66	0,1	0,4	0,3
″ —0,20 ″ ″ —0,40 ″ ″	2	.	2	0,0	.	0,0
Gesammtzahl 1831/96 . .	11 963	12 144	24 107	100,0	100,0	100,0

Prozentische Gesammtzahl der Wasserstände, die unter der angegebenen Höhe verblieben.

Höhe	Winter	Sommer	Jahr	Höhe	Winter	Sommer	Jahr
HHW	100,0	100,0	100,0	2,80 m	92,4	97,3	94,9
				2,60 "	90,2	96,5	93,4
5,60 m	100,0	99,9	100,0	2,40 "	87,2	95,4	91,3
5,40 "	100,0	99,9	99,9	2,20 "	83,5	93,8	88,7
5,20 "	99,9	99,9	99,9	2,00 "	78,7	91,4	85,1
5,00 "	99,7	99,9	99,8	1,80 "	71,9	87,9	80,0
4,80 "	99,5	99,8	99,7	1,60 "	63,1	82,6	72,9
4,60 "	99,3	99,7	99,5	1,40 "	52,5	76,3	64,5
4,40 "	99,0	99,7	99,3	1,20 "	37,9	67,0	52,6
4,20 "	98,6	99,5	99,1	1,00 "	25,7	54,7	40,3
4,00 "	98,3	99,4	98,9	0,80 "	16,5	40,6	28,6
3,80 "	97,8	99,3	98,5	0,60 "	9,6	25,0	17,4
3,60 "	97,1	99,0	98,1	0,40 "	4,2	11,7	8,0
3,40 "	96,1	98,7	97,4	0,20 "	1,1	3,0	2,0
3,20 "	95,2	98,3	96,8	0,00 "	0,1	0,4	0,3
3,00 "	94,0	97,9	95,9	— 0,20 "	0,0	—	0,0

sitzt, während das Mittelwasser des Sommers 0,35 m über dem zugehörigen Scheitelwerth liegt. Zwischen dem Scheitelwerth und dem Mittelwasser findet sich auch bei Warschau der gewöhnliche Wasserstand der betreffenden Jahreshälfte.

Bis zu etwa 5 m hinauf, also noch über das mittlere Hochwasser des Jahres hinaus, ist die Prozentzahl der Wasserstände, die unter irgend einer bestimmten Höhe verbleiben, der obigen Tabelle zufolge im Sommer durchweg größer als im Winter. Für eine Ueberschreitung aller dieser Pegelhöhen besteht also im Winter eine größere Wahrscheinlichkeit als im Sommer. Je höher man hinaufgeht, desto geringer wird indessen nicht nur diese Wahrscheinlichkeit, sondern naturgemäß auch die Verschiedenheit ihres Werthes für beide Halbjahre. Sieht man wieder von den ganz großen sommerlichen Fluthwellen ab, die etwa durch die schon oben angeführte Höhe von 5 m a. P. gekennzeichnet sind und größtentheils im Juli auftraten, so ist es in der Reihe der einzelnen Monate durchweg der März, der die größte Zahl von Wasserständen zeigt, die sich über eine beliebig herausgegriffene Pegelhöhe erhoben haben. Zur näheren Beleuchtung dieser für die Praxis so wichtigen Verhältnisse ist eine kleine Tabelle beigefügt, welche ersehen läßt, wie viel Prozent aller Wasserstände in den einzelnen Monaten unter 0,6 m und wie viel unter 0,8 m a. P. blieben, andererseits wieviel Prozent mindestens die einzelnen vollen Meter a. P. erreichten.

Die beiden ersten Zeilen der Tabelle sind namentlich mit Rücksicht auf die Bemerkung auf S. 324 eingefügt, wonach schon, wenn der Wasserspiegel 0,4 bis 0,5 m unter das Mittelwasser sinkt, oberhalb Warschau beladene Kähne nicht mehr fahren können und bei noch 0,2 m tieferen Wasserständen die Schifffahrt auch unterhalb der Narewmündung mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Da das langjährige Mittelwasser für das Jahr 1,29 m beträgt, so zeigt

die Tabelle, daß jene Fälle schon vom August ab recht häufig eintreten, ganz besonders aber im September und Oktober den Verkehr hemmen.

Prozentzahlen der Häufigkeit 1831/96	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
< 0,6 m	31,3	16,1	5,9	3,1	0,5	0,6	8,7	15,4	20,4	26,6	**39,7**	39,4	9,6	25,0	17,4
< 0,8 m	43,2	28,7	12,8	7,4	2,0	4,6	20,1	31,8	39,0	43,1	**57,4**	52,0	16,5	40,6	28,6
≥ 1,0 m	43,7	56,5	78,7	86,0	**92,8**	89,0	66,1	50,1	45,4	44,9	30,1	35,3	74,3	45,3	59,7
≥ 2,0 m	6,2	9,2	16,6	22,9	**39,4**	34,0	13,7	9,0	10,5	10,6	4,5	3,4	21,3	8,6	14,9
≥ 3,0 m	1,2	1,0	2,3	5,3	**14,5**	12,2	3,2	2,3	3,1	3,4	0,9	0,1	6,0	2,1	4,1
≥ 4,0 m	—	—	0,3	0,9	**5,6**	3,7	0,9	0,9	1,1	1,0	0,2	—	1,7	0,6	1,1

III. Wasserwirthschaft.

1. Strombauten.

a) Strombauten in der Mittleren und Unteren Weichsel.

Die große Fruchtbarkeit der meist aus Schlick oder humosem Sande bestehenden Stromniederungen, deren Boden trotz ungenügender Düngerzufuhr jahrelang gute Erträge liefert, hat die Bevölkerung veranlaßt, auch die den Ueberschwemmungen und den Angriffen der Strömung ausgesetzten Grundflächen dicht zu besiedeln und als Ackerland zu benutzen, wo es die Höhenlage irgend gestattet. Von jeher war man bemüht, an besonders gefährdeten Stellen die Ufer durch Schutzwerke gegen Abbruch zu vertheidigen und das Hochwasser durch Schutzdämme abzuwehren. Ueber letztere folgen später einige Mittheilungen. Die von den Anliegern ohne Sachkenntniß und mit ungenügenden Mitteln hergestellten Uferschutzbauten haben nur geringe oder gar keine Wirksamkeit; kümmerliche Reste findet man vielfach. Etwas bessere Beschaffenheit zeigen die von der Stromverwaltung ausgeführten Uferschutzbauten, welche hauptsächlich an solchen Stellen angelegt worden sind, wo der Stromangriff bewohnte Orte gefährdet. Angeblich verfährt man bei ihrer Anlage derart, daß sie später als Theile eines planmäßigen Ausbaues benutzt werden können. Indessen muß man befürchten, daß die ohne gegenseitige Unterstützung vereinzelt angelegten und mangelhaft unterhaltenen Werke längst verschwunden sein werden, bevor der planmäßige Ausbau begonnen wird.

Die technische Verwaltung der ganzen russischen Weichsel und ihrer als schiffbar geltenden Nebenflüsse ist dem Weichselstrominspektor in Warschau und den ihm unterstellten Ingenieuren der vier sogenannten Schiffahrtabschnitte (Distanzen) übertragen. Der erste Abschnitt umfaßt die Obere Weichsel bis Zawichost, der zweite die Mittlere Weichsel bis Wilga oberhalb der Pilicamündung, der dritte den unteren Theil der Mittleren Weichsel bis zur Narewmündung,

der vierte die russische Untere Weichsel. Außerdem wird die Aufsicht über den Schiffs- und Floßverkehr vom Weichselschiffahrtinspektor in Warschau geführt. Diesen höheren Beamten sind Unterbeamte in verhältnißmäßig geringer Zahl zur Beaufsichtigung der Bauten, Bezeichnung der Fahrrinne mit Fusen, für die Schiffahrtpolizei u. s. w. überwiesen. Ferner stehen zwei kleine Dampfboote (mit 0,5 und 0,7 m Tiefgang, 18 und 21 m Länge, 3,6 m Breite) zu ihrer Verfügung, sowie sieben schwimmende Krahne zur Räumung der Fahrrinne von Steinen und Hölzern. Der einzige vorhandene kleine Dampfbagger gehört der Stadt Warschau. Abgesehen von den am Schlusse betrachteten Strombauten bei Warschau, für welche größere Geldbeträge aufgewandt worden sind, haben neuerdings die jährlichen Aufwendungen für Strombauten und Räumungsarbeiten in der Mittleren und Unteren Weichsel durchschnittlich nur 30 000 Rubel betragen, vertheilt auf mehr als 400 km Stromlänge.

Unter diesen Verhältnissen kann von einem planmäßigen Ausbaue der russischen Weichsel — auch nicht einmal in dem Umfange, wie er an der Oberen Weichsel begonnen ist — vorläufig keine Rede sein. Ein einheitlicher Plan für den Ausbau wurde gegen Ende der siebziger Jahre vom Weichselstrominspektor Kostenecki bearbeitet und durch eine internationale Techniker-Konferenz der Weichsel-Uferstaaten gebilligt. Auf Grund desselben sind bisher jedoch nur die Strombauten oberhalb Warschau ausgeführt worden. Die sonstigen Bauten, wenn sie sich vielleicht auch im Rahmen dieses Planes halten, bestehen aus vereinzelten Schutzwerken zur Ablenkung der Strömung von besonders bedrohten Uferstellen, wie bereits oben erwähnt, vermögen daher auf den Zustand des Stromes im Ganzen keine nennenswerthe Wirkung auszuüben und fallen seinen Angriffen früher oder später zum Opfer.

Bei der im Juni 1898 unter ziemlich günstigen Verhältnissen vorgenommenen Bereisung des Stromes wurden auf der Strecke von der Sanmündung bis oberhalb Warschau folgende Werke bemerkt: Oberhalb Zawichost ist die Weichsel auf Grund der österreichisch-russischen Vereinbarungen theilweise mit Parallelwerken (aus Schüttsteinen) in den Gruben und mit Buhnen an den Vorsprüngen der Stromkrümmungen ausgebaut; daran schließt sich ein Deckwerk aus Bruchsteinen bei Zawichost. Unterhalb der Kamjennamündung liegt links ein Uferdeckwerk, unterhalb Pjetrowin rechts ein solches mit anschließendem, bis nahe bei Solec reichendem Parallelwerk aus geschütteten Bruchsteinen. Vor der eingedeichten rechtsseitigen Niederung unterhalb Solec liegen die Ueberreste von Steindeckwerken, ebenso am linken Ufer oberhalb Janowjec, wo die nach Aussage des Schiffsführers erst kürzlich ausgeführten Werke größtentheils vom Hochwasser und Eisgang wieder weggerissen sind. Die linksseitigen Deckwerke ober- und unterhalb von Nowo-Aleksandrija befanden sich stellenweise stark im Verfall. Bei Reguw lagen links auf einer längeren Strecke Parallel- und Deckwerke nebst deklinanten Buhnen, zum Theil zerstört, aber in Ausbesserung begriffen. Am linken Ufer gegenüber Stenzyca, ferner etwas weiter unterhalb vor einem von der Strömung halb abgebrochenen Deiche und bei Kozjenice befanden sich neue Deckwerke in gutem Zustand. An der Radomkamündung waren Bruchsteine aufgeruthet, um mit dem Baue eines Deckwerks zu beginnen. Bis hierher sind die

Werke aus den bei Pjetrowin gebrochenen, scheinbar festen Kalksteinen hergestellt. Weiter unterhalb bestehen sie aus Faschinenpackwerk, das an den gefährdeten Stellen mit Schüttsteinen oder Pflaster geschützt, sonst mit Rauhwehr abgedeckt ist. An einem linksseitigen Uferabbruch bei Magnuszew, ferner vor einem zerstörten Deiche unterhalb dieses Ortes, sowie vor dem rechtsseitigen Schaardeiche bei Wilga und an den linksseitigen Uferabbrüchen bei Mniszew oberhalb der Pilicamündung war man mit Vorbereitungen zum Neubau von Werken beschäftigt, für welche Faschinen angefahren wurden. Das schmale Vorland des an der Wilgamündung beginnenden rechtsseitigen Deichs ist durch ein Faschinendeckwerk geschützt, aber stellenweise mitsammt dem Deiche abgebrochen. Bei Radwankuw schien man einen 150 m langen Ufereinbruch, in den sich die Fahrrinne verlegt hatte, mit Schüttsteinen schließen zu wollen. Vor dem linksseitigen Deiche unterhalb Gura-Kalwarja liegt ein Faschinendeckwerk. Weiterhin wurde an demselben Ufer bei Oborki ein Parallelwerk in Packwerkbau hergestellt.

Auf der letzten Strecke der Mittleren Weichsel von Warschau bis zur Narewmündung liegen Parallelwerke vor dem linken Ufer dicht hinter Bjelany, vor dem rechten Ufer bei der Sommerfrische Jablonna und etwas weiter unterhalb ein solches (1898 noch im Bau begriffen) vor dem linken Ufer. Von der Narewmündung bis Plock waren keine Bauwerke wahrzunehmen, abgesehen von kurzen, offenbar von den Anliegern in rohester Weise angelegten Buhnen zum Schutze des bei Suchodol beginnenden linksseitigen Deiches. Freilich ist der Strom hier durch hohe, theilweise bewaldete Inseln wenig übersichtlich. Unterhalb von Plock befinden sich Parallelwerke (1898 zum Theil noch im Bau begriffen) zu beiden Seiten von Njeszawa und vor dem linken Ufer bei Cjechocinek. Die dortige Anlegestelle, von der man auf einem elenden Sandweg zu dem kleinen Soolbade Cjechocinek gelangt, liegt am Bruchufer, das durch eine Lücke im Parallelwerk ohne Schwierigkeit vom Dampfer erreicht werden kann, da offenbar das Werk schlecht verlandet ist. Ueberhaupt scheinen die Werke in den russischen Weichselstrecken nicht so gut zu verlanden wie im oberen Stromlaufe. Jedoch mag hieran großentheils Schuld tragen, daß auf die Anpflanzungen keine solche Sorgfalt verwandt wird, wie dies von den österreichischen Ingenieuren und ihren Unterbeamten geschieht. Die Kronen der Werke liegen meistens 0,2 bis 0,3 m über Mittelwasser. Da bei der Bereisung der Unteren Weichsel die mit Feldsteinen beschütteten Kronen in Wasserspiegelhöhe lagen, ließ sich nicht erkennen, ob der Werkskörper aus Packwerk oder Steinschüttung besteht. Die noch im Bau begriffenen Werke bei Njeszawa und unterhalb Jablonna werden jedenfalls aus Packwerk hergestellt, da in Nähe der Baustellen Faschinen aufgestapelt waren und ausgeladen wurden.

b) Strombauten bei Warschau. Wasserversorgung und Entwässerung.

Die Strombauten bei Warschau sind nicht nur zur Verbesserung des Fahrwassers an der polnischen Hauptstadt und zur Verminderung der Eisgangsgefahren bestimmt, sondern verfolgen auch den Zweck, die Entnahme des Wassers aus dem Strome für die städtische Wasserversorgung zu sichern. Diese bildet aber wiederum die Voraussetzung für die richtige Wirksamkeit der städtischen

Entwässerung (Schwemmkanalisation). Auf die höchst beachtenswerthen Einzelheiten dieser Anlagen näher einzugehen, liegt nicht in der Aufgabe dieses Werks. Wir beschränken uns daher auf einige kurze Auszüge aus den in russischer Sprache erschienenen Veröffentlichungen von Lindley „Wasserleitungs- und Kanalisationsanlagen der Stadt Warschau" (Warschau 1895) und Kwicinski „Arbeiten für die Regulirung des Weichselstroms bei der Stadt Warschau" (Warschau 1896).

Die Ortslage Warschaus auf der linksseitigen, von halbsumpfigen Niederungen begrenzten Hochfläche nöthigt dazu, das Wasser aus der Weichsel zu entnehmen, da die Brunnen in der Stadt meistens verunreinigt sind und für den Bedarf der Bevölkerung schon in den zwanziger Jahren nicht mehr ausreichten. Seit 1830 entstanden verschiedene Entwürfe zur städtischen Wasserversorgung, von denen 1852 ein auf die Wasserentnahme aus einem großen Brunnen am Weichselbett begründeter, für die Versorgung der Altstadt bestimmter Entwurf zur Ausführung kam. Das Wasser erwies sich jedoch wenig brauchbar, und man erkannte bald, daß nur die Entnahme aus dem Strome selbst in Betracht gezogen werden dürfe. Dazu war es jedoch nothwendig, die Einleitung des Schmutzwassers aus den alten, längs des Stadtgebietes in die Weichsel mündenden Kanälen aufzugeben und eine neue Entwässerungsanlage auszuführen, deren Hauptsiel 7 km unterhalb der Alexanderbrücke bei Bjelany in den Strom ausmündet. Die in den achtziger Jahren fertiggestellte Schwemmkanalisation hat wesentlich dazu beigetragen, die gesundheitlichen Verhältnisse Warschaus zu verbessern und der Stadt ein großstädtisches Gepräge zu verleihen. Von den in die Weichsel eingeführten vier Nothauslässen liegt der oberste im Zuge der Jerusalemer Allee, 2,15 km unterhalb der Entnahmestelle für die als nothwendige Ergänzung der Entwässerungsanlage gleichzeitig ausgeführte städtische Wasserversorgung. Das bei dieser Entnahmestelle an der südlichen Weichbildgrenze bei Czerniakuw befindliche Pumpwerk drückt das aus dem Strome entnommene Wasser nach der auf dem höchsten Punkte im Südwesten des Stadtgebiets gelegenen Filteranlage. Das gereinigte Wasser geht alsdann aus dem hiermit verbundenen Hochdruckbehälter in das Rohrnetz über.

Das Pumpwerk bei Czerniakuw liegt hochwasserfrei, etwa 650 m vom linken Weichselufer entfernt, von ihm getrennt durch versumpfte Wiesen und Rohrland. Im Jahre 1883 war die Anlage einschließlich des zur Weichsel führenden Saugerohrs soweit fertiggestellt, um 1884 nach Einlegung des Saugers den Betrieb eröffnen zu können. Jedoch verursachte das Hochwasser vom Juni 1884 derartige Veränderungen im Strombett, daß die tiefe Rinne, welche bis dahin am linken Ufer lag, nach der rechten Seite verlegt und an ihre Stelle ein hoher Sand abgelagert wurde. Der völlig verwilderte Zustand der Weichsel oberhalb der Warschau—Pragaer Stromenge ließ erwarten, daß sich solche Verlegungen auch späterhin wiederholen und den Betrieb auf lange Zeit lahmlegen würden. Die russische Regierung entschloß sich daher, einen kleinen Theil des früher erwähnten Planes für den Ausbau des Weichselstroms auszuführen, um zwischen den herzustellenden Parallelwerken und Buhnen die Stromrinne festzulegen und ausreichende Wassertiefe an der Entnahmestelle zu sichern. In den Jahren 1885/95 wurde demgemäß das Weichselbett zu beiden Seiten der Entnahmestelle, nämlich 4 km stromabwärts bis zur Alexanderbrücke und 7,5 km

stromaufwärts bis oberhalb der Wilanowkamündung, mit solchen Werken in Packwerkbau auf 340 m eingeschränkt. Zu den 1,21 Millionen Rubel betragenden Kosten hat die Stadt Warschau 90 000 Rubel beigesteuert.

Der Erfolg dieser kostspieligen Bauanlage entspricht den Erwartungen leider nicht in vollem Maße. Das zuerst hergestellte linksseitige Parallelwerk in der Grube einer Krümmung mit 1500 m Halbmesser beiderseits des ursprünglich angelegten Saugers bewirkte zwar eine für dessen Wirksamkeit ausreichende Tiefe, die sich indessen nicht dauernd erhielt. Besonders wurde 1893 wiederum ein so mächtiger Sand vor diesem Werke abgelagert, daß die Wasserversorgung trotz beständiger Baggerungen kaum aufrechterhalten werden konnte. Die Stromrinne bewegt sich nämlich (vergl. S. 283/4) zwischen den Einschränkungswerken in großen Schlangenlinien, welche ihre Lage bei jeder größeren Anschwellung ändern. Dazwischen tauchen, bald rechts, bald links, vielfach aber auch mitten im Strome, große Sände schon bei Mittelwasser über den Spiegel. In der Annahme, daß die Mißstände hauptsächlich von der übermäßigen Breite des Hochwasserbettes herrühren, glaubt man durch die Herstellung von Hochwasserdeichen, welche die Fluthströmung von der Wilanowkamündung ab allmählich in die hochwasserfrei eingedeichte Warschau—Pragaer Stromenge überleiten sollen, außerdem aber auch durch engere Einschränkung des Strombettes an der Entnahmestelle die Spülung derart verstärken zu können, daß die erforderliche Tiefe daselbst dauernd erhalten bleibt. Von anderer Seite wird die Zweckmäßigkeit dieser Maßnahme bezweifelt im Hinblick auf die außerordentliche Beweglichkeit des Bettes und auf die ungemein großen Sandmassen, welche der Strom aus den durchweg verwilderten oberen Strecken mit sich führt.

Die städtischen Ingenieure rechnen einstweilen mit den jetzigen Verhältnissen als einer unabänderlichen Thatsache und haben dem Uebelstande in anderer Weise abgeholfen, nämlich durch die Anlage eines zweiten Saugerohrs, dessen Sauger 415 m unterhalb des ursprünglich angelegten das Wasser entnimmt. Für die im Bau begriffene Erweiterung der Wasserleitungsanlage wird ein drittes, 395 m oberhalb von der Weichsel abzweigendes Saugerohr hergestellt. Diese Rohre erhalten unter sich und mit je einem noch weiter ober- und unterhalb angeordneten Hülfssauger Verbindung, so daß demnächst auf einer 1,6 km langen Uferstrecke 5 Entnahmestellen vorhanden sein werden. Nach den bisherigen Erfahrungen über die Zuthalwanderung der Sände läßt sich erwarten, daß stets mindestens zwei bis drei Sauger in genügend tiefem Wasser liegen, und daß der Betrieb in Zukunft nicht mehr durch Versandung behindert wird.

Ueber den Sinkstoffgehalt des in die Filteranlage gepumpten Weichselwassers giebt folgende Zusammenstellung Auskunft:

Im Jahre	1895	1896	1897	
Ganze Wassermenge	11,22	11,58	13,38	Mill. cbm.
Ganze Sinkstoffmenge	1,61	2,04	2,62	„ kg
Durchschnittlicher Sinkstoffgehalt	144	176	196	Gramm in 1 cbm.
Hiervon Sand	67	61	65	
Größter Sinkstoffgehalt	812	1044	1202	
Kleinster Sinkstoffgehalt	3,5	7,7	1,5	

Bei Hochfluthen enthält also das Weichselwasser bei Warschau zuweilen Sinkstoffmengen im Betrage von 0,08 bis 0,12 % seines Gewichtes, wobei zu beachten ist, daß die gröberen Beimengungen überhaupt nicht in die Filteranlage gelangen, die Sinkstoffmenge also manchmal noch größer sein wird.

2. Eindeichungen.

Die Eindeichungsverhältnisse der Grenzstrecke von der Sanmündung bis Zawichost sind bei Betrachung der Oberen Weichsel bereits beschrieben worden. Dort ist auch erwähnt, daß die geringste Entfernung der beiderseitigen Deiche in dem internationalen Uebereinkommen von 1864 auf 759 m festgesetzt war, während im internationalen Protokolle von 1896 als die vortheilhafteste Deichweite 940 m angegeben ist. Letzteres Maß beruht auf einer offenbar zu hoch gegriffenen Annahme über die Abflußmenge des größten Hochwassers. Der von Kostenecki bearbeitete Plan für den Ausbau der russischen Weichsel hat als Deichweite von der Sanmündung bis zur Wjeprzmündung 775 m in Aussicht genommen, von da bis zur Pilicamündung 850 m, von da bis zur Narewmündung 895 m, von da bis zur preußischen Grenze 1065 m, während an der preußischen Weichselstrecke 1125 m als normale Deichweite gilt. Diese im Vergleich zu der Festsetzung des Protokolls von 1896 verhältnißmäßig kleinen Abmessungen dürften dem Bedürfnisse völlig genügen. Dagegen trifft die Voraussetzung des Kostenecki'schen Planes, daß der höchste Wasserstand 4,80 m über dem Mittelwasser anzunehmen sei, nach unseren Ermittelungen nicht zu, sondern übersteigt dasselbe bis zu 5,26 m (vergl. S. 304). Die Deichkrone soll je nach den örtlichen Verhältnissen 3 bis 5 m Breite erhalten und 0,6 m über dem höchsten Wasserstand liegen. Mit Rücksicht auf den bei der Einschränkung des Hochwasserbettes entstehenden Stau würden also die Deichhöhen bei Warschau und weiter unterhalb mindestens 6,0 m über Mittelwasser betragen müssen.

Bei neuen Eindeichungen und Aenderungen an den vorhandenen Deichen werden die Pläne von den Beamten der Weichselstrominspektion bearbeitet und seitens der Staatsregierung Zuschüsse von jährlich etwa 20 000 Rubel gewährt, wogegen die betheiligten Niederungsbewohner jährlich im Durchschnitt 30 000 Rubel aufbringen. Die Instandhaltung und Vertheidigung der Deiche erfolgt auf Kosten der Niederungsbewohner unter Leitung der nach einem Statute vom 4. Mai 1833 eingerichteten Deichausschüsse. Da denselben keine technischen Berather zur Seite stehen und eine behördliche Aufsicht nicht stattfindet, so befinden sich die Deiche größtentheils in mangelhaftem Zustand, wie dies auf S. 272/4 für diejenigen an der Oberen Weichsel näher geschildert worden ist. Die meisten Niederungen haben überhaupt keine Eindeichung erhalten, abgesehen von dem breiten Stromthale zwischen Nowo-Aleksandrija und Warschau, in welchem das Ueberschwemmungsgebiet fast überall durch Deiche mehr oder weniger eingeschränkt wird. An einigen Stellen unterhalb der Pilicamündung liegen die beiderseitigen Deiche näher an einander, als nach dem Kostenecki'schen Plane zulässig wäre; gewöhnlich beträgt ihr Abstand indessen über 1,5 bis 2 km. Trotz dieser großen Deichweite hat das Vorland oft nur geringe Breite, und die Strömung drängt sich manchmal

so nahe an die Deichlinie heran, daß sie mit dem Reste des Vorlandes zugleich auch den Deich wegreißt.

a) Eindeichungen von Zawichost bis zur Pilicamündung.

Die erste große Eindeichung unterhalb Zawichost beginnt zur Rechten des Stromes gegenüber Solec und endigt oberhalb der Mündung des Chodelbaches, an welchem sich ein Rückstaudeich auf 3,7 km entlang zieht. Der ziemlich niedrige, zu steil geböschte Deich kann offenbar nicht gegen höchstes Hochwasser Schutz gewähren; vielfach liegt er, vom Strome aus gesehen, hinter Erlenwald versteckt. Gleich unterhalb befindet sich links ein kurzer Deich an der Lucymiamündung und ein Ringpolder bei Janowjec. Die bei Gura-Pulawska (gegenüber Nowo-Aleksandrija) anfangende linksseitige Niederung, welche von der Eisenbahnlinie Iwangorod—Dombrowa quer durchschnitten wird, ist bis Swjerze-Gurne (7 km oberhalb der Radomkamündung) eingedeicht. An diesem Orte mündet die Zagozdzanka durch einen Altlauf der Weichsel, der beiderseits mit Deichen versehen ist, so daß die rechts von ihm befindliche Niederungsfläche bei Piotrkowice einen Ringpolder bildet. Der Hauptdeich wurde früher fast alljährlich mehrfach durchbrochen, wobei noch 1886 der tiefgelegene Theil der Kreisstadt Kozjenice und 19 Dörfer unter Wasser geriethen. Neuerdings verstärkt und erhöht man ihn nach und nach auf 4 m Kronenbreite und 3 m Höhe über Ufergelände, das etwa 2,5 m über dem Mittelwasserspiegel liegt. An der rechten Seite unterhalb Nowo-Aleksandrija bietet der hochwasserfreie Damm der nach Iwangorod führenden Landstraße bis zum Wjeprz Schutz gegen das Hochwasser der Weichsel, soweit dasselbe nicht durch diesen Nebenfluß in die Niederung einstaut. Von Iwangorod bis jenseits Stenzyca ist die rechtsseitige Niederung offen, sodann von Pawlowice bis Domaszew (gegenüber der Radomkamündung) durch mehrere nicht zusammenhängende, auch nicht völlig hochwasserfreie Deiche gegen kleinere Fluthen geschützt. Am bedeutendsten ist der Deichzug von der Okrzejka bis Domaszew, der zuletzt am Lacha-Nebenarme des Hauptstroms entlang führt. Die Mündungstrecke der Okrzejka durchfließt einen Altlauf der Weichsel, welcher die mit Ringdeich versehene Antoniowkakämpe abschneidet. Auch die von der Lacha gebildete große Insel mit dem Dorfe Podwjerzbje und eine große zu diesem Orte gehörige Kampe sind mit Ringdeichen eingefaßt. Gegenüber dem Podwjerzbjer Polder ist die fruchtbare Niederung bei Magnuszew mit einem hochwasserfreien Deiche versehen, der aber im Juni 1898 an mehreren Stellen durch Abbruch des Vorlandes beschädigt war und Lücken zeigte. Von Wilczkowice-Dolne bis zur Pilicamündung liegen am linken Ufer nur einige kleine Schutzdeiche zum Abhalten der Ueberströmung.

b) Eindeichungen von der Pilica- bis zur Narewmündung.

Die Niederungen zu beiden Seiten des mit Rückstaudeichen eingefaßten Wilgabaches bei Wilga und Sobjenje haben nach den Verheerungen des Hochwassers von 1888 verstärkte Deiche erhalten, ferner der zu Sobjenje gehörige Werder einen Ringdeich. Auch hier hat die Strömung, wie bei der Bereisung im Juni 1898 zu beobachten war, an verschiedenen Stellen mit dem Vorlande

zugleich Theile der Schutzdämme abgebrochen. Weiter abwärts liegt nur noch bei Ostruwek ein Deich auf der rechten Seite, nämlich gegenüber Gura-Kalwarja. An der linken Seite unterhalb der Pilicamündung trennt das bei Gura-Kalwarja bis zum Strome vorspringende Hochufer zwei Niederungen ab: die kleinere bei Czersk, deren obere Fläche durch einen Flügeldeich gegen Ueberströmung gesichert wird, und die weitaus größere bei Jeziorna, welche bis Warschau reicht. Bis Wilanuw ist das sehr fruchtbare, großentheils von Bauern deutscher Abstammung bewirthschaftete Ackerland mit einem ziemlich gut in Stand gehaltenen Hochwasserdeiche geschützt. Die untere Niederung besteht aus verwässerten Wiesen. Der tiefgelegene, übrigens nur schmale Stadttheil von Warschau wird durch einen oberhalb der Jerusalemer Allee beginnenden, an der linksseitigen Rampe der Alexanderbrücke endigenden Deich, vor welchem eine Ladestraße am Strome entlang führt, gegen Ueberschwemmungen gesichert. Auch die Vorstadt Praga ist in gleicher Weise gegen Hochwasser geschützt durch den oberhalb bei Wawer beginnenden Deich, welcher am rechten Ufer eines die Saska-Kempa umschließenden Altlaufes entlang zieht, um die Weichselhochfluthen von der zum Narew entwässernden Bodensenke im Osten von Praga abzuhalten. Zwischen Warschau und der Narewmündung haben die tiefliegenden Niederungen so geringe Ausdehnung, daß sich nur bei Lomianki an der linken Seite ein Deichschutz als nothwendig erwiesen hat.

c) Eindeichungen von der Narewmündung bis zur Reichsgrenze.

Die gegenüber der Narewmündung gelegene linksseitige Niederung bei Kazun wird durch einen hochwasserfreien Straßendamm, der zum sogenannten Brückenkopfe der Festung Nowo-Georgijewsk führt, und durch den anschließenden Flügeldeich bei Glusk geschützt. (In Friedenszeiten sind hier keine Schiffbrücken vorhanden, wohl aber an mehreren Stellen Vorkehrungen, um solche rasch herstellen zu können.) Weiter stromabwärts liegen auf der linken Seite bis zur Bzuramündung einige kurze Deichstücke, welche offenbar nur gegen sommerliche Anschwellungen Schutz gewähren. Dagegen ist die große Niederung, die unterhalb der Bzuramündung bei Suchodol beginnt, bis Wymysle-njemjeckje mit einem hohen, meist gut in Stand gehaltenen Deiche geschützt, der freilich bei der Bereisung im Juni 1898 an zwei Stellen in Folge von Uferabbrüchen durchrissen war. Die übrigen Niederungen an der linken und sämmtliche Niederungen an der rechten Stromseite sind nicht eingedeicht, da sie größtentheils ziemlich geringen Umfang und theilweise auch keinen werthvollen Boden haben, also den kostspieligen Deichschutz nicht lohnen. Die Gehöfte in dem bei großem Hochwasser überschwemmten Gelände stehen gewöhnlich auf natürlichen oder künstlich hergestellten Erhöhungen, ähnlich den Wurthen in unseren Nordseemarschen. Die Gärten und Aecker in den fruchtbaren Niederungen zu beiden Seiten der Bzuramündung sind mit hohen, dichtgeflochtenen Flechtzäunen eingefaßt, welche die Durchströmung abschwächen.

3. Abflußhindernisse und Brückenanlagen.

Aus den früheren Darlegungen ergiebt sich, daß die Gefahren der Sommerhochfluthen um so mehr zurücktreten, je weiter sich die Weichsel von ihrem Ur-

sprungsgebiete, dem Gebirge, entfernt. In gleichem Maße wachsen aber die verderblichen Eigenschaften der mit dem Eisgange verbundenen Hochwassererscheinungen des Frühjahrs. Wenn die Schmelzwasserfluthen ohne ungünstige Eisverhältnisse verlaufen, werden ihre Ueberschwemmungen gerne gesehen, weil sie die Niederungen mit fruchtbarem Schlick bedecken, ohne den Pflanzenwuchs zu schädigen, wogegen die sommerlichen Hochfluthen an der Mittleren Weichsel zuweilen durch Verschlammung und Wegschwemmen der Ernte erhebliche Nachtheile verursachen. Aber auch hier und namentlich an der Unteren Weichsel fürchtet man hauptsächlich die schweren Eisgänge der Schmelzwasserfluthen, welche durch ihre Eisversetzungen und Seitenströmungen für die Uferländereien und die im Ueberschwemmungsgebiete befindlichen Bauanlagen oft schwere Schäden bringen.

Nur ausnahmsweise löst sich die Eisdecke in den unteren Stromstrecken früher als in den oberen. Gewöhnlich erfolgt der Aufbruch des Eises bei Warschau um 1 bis 2 Tage später als bei Zawichost, bei Wloclawek noch etwas später, manchmal annähernd gleichzeitig. Der Scheitel der den Eisaufbruch verursachenden Fluthwelle, welche übrigens nicht immer die Höchstständе erzeugt, schreitet in der Regel langsamer voran als die Lösung der Eisdecke. Am gefährlichsten liegen die Verhältnisse, falls in den unteren Strecken durch strengen Frost der Aufbruch des Eises länger als gewöhnlich verzögert wird und erst dann erfolgt, wenn mit der Hauptfluthwelle zugleich der Eisgang von oben kommt. In manchen Jahren brach das Eis bei Warschau auf, als noch — 15° Kälte herrschte und die Eisstärke 0,7 m betrug. Am übelsten berüchtigt ist das Jahr 1888, in welchem der Eisaufbruch bei Warschau um zwei, bei Wloclawek um vier Tage später als bei Zawichost stattfand, der Eisgang aber bei Warschau um fünf, bei Wloclawek um acht Tage später als dort endigte (bei Warschau: Eisaufbruch 14. März, Höchststand 23. März, Ende des Eisgangs 28. März).

Die bei diesem Eisgange an der ganzen russischen Weichsel entstandenen großen Schäden gaben Veranlassung zu einer Untersuchung über die Ursachen der Eisversetzungen, welche hauptsächlich die Hochwassergefahren hervorgerufen hatten. Ueber das Ergebniß enthalten die „Protokolle des 1. Kongresses russischer Wasserstraßen-Interessenten" (St. Petersburg 1894) einige Mittheilungen, aus denen hervorgeht, daß hauptsächlich der völlig verwilderte Zustand des Strombettes, die Spaltungen der Strömung in zahlreiche schmale, flache und übermäßig gekrümmte Rinnen, die hohen Mittelsände und Inseln, sowie die einen geregelten Abfluß verhindernde Beschaffenheit des Hochwasserbettes als Ursachen anzusehen sind. Der Kongreß befürwortete bei dem Ministerium der Wegeverbindungen eine Fortsetzung jener Untersuchung, um die zur Bekämpfung der Eisgefahren erforderlichen Maßnahmen im Einzelnen besser beurtheilen zu können, sowie die Errichtung eines Mineurkommandos zur Vornahme von Eissprengungen, dessen Mannschaften im Sommer als Stromaufseher Verwendung finden sollten. Als wirksamstes Mittel, den gefahrbringenden Eisversetzungen vorzubeugen und ihre Nachtheile abzuwenden, wurde die Regulirung des Strombettes und des Hochwasserbettes der Weichsel bezeichnet.

Nachdem wir die gegenwärtigen Zustände des Strombettes und der Eindeichungen, deren planmäßige Umgestaltung jener Kongreß gleichfalls empfohlen

hat, bereits betrachtet haben, sollen hier noch einige Angaben über die Brückenanlagen folgen. Die an der russischen Weichsel befindlichen festen Brücken bei Iwangorod und Warschau haben öfters zur Ausbildung von Eisversetzungen beigetragen, woran jedoch wohl hauptsächlich die verwilderte Beschaffenheit des Stromlaufs Schuld trägt. Für das eisfreie Hochwasser scheinen ihre Fluthquerschnitte ausreichend groß bemessen zu sein. Vermuthlich würden sie auch für die glatte Abführung des Eisganges genügen, wenn das Strombett dieselbe nicht zu sehr behinderte. Sobald die Eismassen auf den Sandablagerungen an der Warschauer Straßenbrücke ins Stocken gerathen, weicht bei 4,3 m a. P. Warschau die Strömung oberhalb der Stadt rechts über eine Ufersenke aus und nimmt ihren Weg durch einen die Saska-Kempa umziehenden alten Stromarm. Durch den ihr folgenden Eisgang werden dann zuweilen die in seiner Mündungschlenke bei Praga überwinternden Schiffe beschädigt. Meist lösen sich diese Versetzungen nach kurzer Zeit; im März 1888 hielt aber die Eisstopfung sechs Tage lang an und staute das Wasser auf eine dem Wasserstande 6,1 m a. P. Warschau entsprechende Höhe, d. h. um 65 cm. Durch die neuerdings ausgeführten Strombauten sind die mißlichen Verhältnisse oberhalb der beiden Warschauer Brücken vielleicht etwas verbessert, aber keineswegs beseitigt.

Auch bei der Iwangoroder Brücke hat nicht etwa ungenügende Größe des freien Durchflußquerschnitts den im Juni 1884 erfolgten Einsturz verursacht, sondern dieser Unfall war eine Folge des unglücklichen Umstandes, daß ein großes Sommerhochwasser eintrat, noch bevor die Oeffnungen der nahezu fertiggestellten Brückenanlage von den Baugerüsten befreit werden konnten. Alle drei Brücken sind vorsichtig angelegt mit Einzellichtweiten von 61 bis 85 m, sicher gegründeten und gegen den Eisstoß widerstandsfähigen Pfeilern. — Die Eisenbahnbrücke bei Iwangorod hat fünf Oeffnungen mit zusammen 425 m Lichtweite, steinerne Pfeiler und eisernen Ueberbau, dessen Unterkante etwa 2 m über dem höchsten Hochwasserspiegel liegt. Neben dem Eisenbahngleise der Linie Iwangorod—Dombrowa führt eine Fahrstraße über die Brücke. In der linksseitigen Niederung ist der Eisenbahndamm bei Sjecjechuw mit einer Fluthbrücke von 32 m Lichtweite unterbrochen, durch welche das bei Deichbrüchen oberhalb eingeströmte Stauwasser Abfluß finden kann. — Die Straßenbrücke zwischen Warschau und Praga (Alexanderbrücke) hat sechs Oeffnungen mit zusammen 403 m Lichtweite, steinerne Pfeiler und eisernen Ueberbau. Die 1,52 km weiter stromabwärts bei der Zitadelle über den Strom führende Brücke der Warschau—Pragaer Verbindungsbahn hat bei gleicher Bauart sieben Oeffnungen mit 430 m Lichtweite. Eine dritte Brücke soll 1,85 km oberhalb der Alexanderbrücke im Zuge der Jerusalemer Allee von Warschau nach der Saska-Kempa angelegt werden. — Außer diesen festen Brücken führt bei Plock eine 750 m und bei Wloclawek eine 680 m lange Schiffbrücke über die Weichsel; ihre hölzernen Prahme werden gewöhnlich Anfangs November abgefahren und gegen Ende März oder Anfangs April wieder eingefahren; nur selten nöthigen auch ungewöhnlich große Sommerhochfluthen zur Unterbrechung des Straßenverkehrs. Im Uebrigen ist die Verbindung zwischen den beiden Ufern der Weichsel auf Prahm- und Kahnfähren angewiesen.

Die Straßenbrücke bei Warschau hat eine lange Leidensgeschichte. Nach Stuckenberg's „Hydrographie des Russischen Reichs" wurde die älteste Brückenanlage im sechzehnten Jahrhundert unter dem polnischen Könige Sigmund August begonnen und von seiner Schwester Anna vollendet, aber schon 1603 durch schweren Eisgang wieder zerstört. Lange Zeit behalf man sich nun mit Schiffbrücken, welche bei den häufigen kriegerischen Wirren mehrfach vernichtet worden sind. Nach der verlorenen Schlacht bei Praga wurde sie 1656 von den flüchtenden Polen verbrannt, 1794 bei der Erstürmung von Praga durch die Russen in Grund geschossen, 1806 zur Deckung des russischen Rückzugs abermals verbrannt. Bei der Belagerung von Warschau im Jahre 1831 war die Schiffbrücke von russischen Brandern bedroht, blieb aber erhalten. Nach Niederwerfung des letzten polnischen Aufstandes, als der Rest des ehemaligen Königreichs Polen in ein russisches Generalgouvernement umgewandelt ward, ist 1865 die bisherige mangelhafte Verbindung durch eine feste, nach dem Kaiser Alexander benannte Straßenbrücke ersetzt worden. — Die unterhalb gelegene, 1876 dem Verkehr übergebene Eisenbahnbrücke dient zur Ueberführung der Verbindungsbahn zwischen dem Warschauer Hauptbahnhofe und den in Praga liegenden Bahnhöfen der sogenannten Weichselbahn und der nach den russischen Hauptstädten St. Petersburg und Moskau führenden Bahnlinien.

4. Schiffahrtverhältnisse.

Von der früheren Bedeutung der Weichselschiffahrt war schon auf S. 248 die Rede. Auch an der russischen Weichsel sieht man Spuren ihrer ehemaligen Blüthe, welche wohl mehr durch die Zollschranken, die Verbesserung der Straßen und den Aufschwung des Eisenbahnverkehrs gelitten hat als durch die mangelhafte Schiffbarkeit des Stromes, die früher schwerlich besser als jetzt war. Solche Spuren zeigen die Ruinen der mittelalterlichen Getreidespeicher bei Kasimjerz, deren hohe Giebel den Sturm der Jahrhunderte überdauert haben, und die theilweise aus der gothischen Zeit stammenden Speicher in Wloclawek.

Immerhin dient der Strom in Rußland auch jetzt noch einem nicht unbeträchtlichen Schiffsverkehr, der weit größere Bedeutung besitzt als die Schiffahrt auf der österreichisch-russischen Grenzstrecke. Da die Weichselbahn nur zwischen Praga (Warschau) und Iwangorod in geringem Abstande vom Stromthale liegt, so ist die Verbindung der Weichselortschaften unter einander und mit Warschau vorzugsweise auf die Schiffahrt angewiesen. Deshalb besteht auf der russischen Weichsel von Sandomjerz bis über die deutsche Reichsgrenze hinaus ein ziemlich lebhafter Dampferverkehr mit Personen- und (nebenbei auch) Güterbeförderung. Zwischen Sandomjerz und Warschau fährt täglich ein Dampfer in jeder Richtung; zwischen Warschau und Wloclawek fahren täglich je drei, zwischen Wloclawek und Thorn täglich je ein Dampfer, außerdem zwischen Warschau und Pultusk (am Narew) ein Dampfer dreimal wöchentlich hin und zurück. Im Hochsommer bei niedrigen Wasserständen kann man die Fahrzeiten nicht einhalten; die Zahl der Reisen vermindert sich, ihrer längeren Dauer entsprechend, oder die Fahrten werden ganz unterbrochen. Bei der im Juni 1898 vorgenommenen Bereisung, welche von Sandomjerz bis Ciechocinek $3^1/_2$ Tage erforderte mit Uebernachtungen

in Nowo-Aleksandrija, Warschau und Plock, betrug die thatsächlich gebrauchte, mit den Fahrplänen ziemlich gut übereinstimmende Fahrzeit auf der Mittleren Weichsel (oberhalb von Warschau) durchschnittlich 12,1 km, auf der Unteren Weichsel (unterhalb von Warschau) 15,4 km in der Stunde bei Wasserständen, welche 0,3 m über bis 0,1 m unter Mittelwasser lagen. Für die Bergfahrt sehen die Fahrpläne eine um $^1/_5$ bis $^1/_6$ längere Dauer vor. Die kleinen Raddampfer mit 0,5 m Tiefgang, meist von deutschen Werften gebaut und in Warschau heimathberechtigt, laufen recht gut und werden sehr geschickt geführt. Trotz des äußerst schwierigen Fahrwassers kamen wir nur an einer einzigen Stelle, wo fast die ganze Strombreite durch Flöße versperrt war, zum Aufsitzen, obgleich die Dampfer oft an unvorbereiteten Stellen des Ufers anlegen müssen.

Bei dieser Bereisung wurden in der obersten Strecke fast gar keine Fahrzeuge angetroffen. Von Juzefow ab überholten wir ziemlich viele Pletten und einige mit der Strömung zu Thal gehende Barken, bei denen durch je zwei am Vordertheil angebrachte Riemen die Fahrgeschwindigkeit vergrößert wurde, mit Holz und Steinen beladen. Die bei gutem Nordwind unter Segel zu Berg gehenden Barken waren meist leer, theilweise mit Brennholz beladen. Unterhalb Warschau gingen fast alle Schiffe, meistens Berlinken und Barken, aber auch viele Pletten, unter Segel zu Berg. Die größeren Fahrzeuge waren mit Stückgütern, schwedischen Granitpflastersteinen und mit den am Weichselufer gewonnenen Feldsteinen (nordischen Geschieben) beladen, die Pletten hauptsächlich mit Brennholz. Außer den Tourdampfern begegnete uns nur ein Dampfboot, das vier mit Brettern beladene Barken von Warschau zu Berg schleppte. Ein zweiter Schleppdampfer lag in dem kleinen Hafen der Leonow'schen Zuckerfabrik bei Dunini. Nur an den Kalksteinbrüchen bei Pjetrowin, bei Warschau, Wloclawek und an der Zollabfertigungsstelle Njeszawa befanden sich einige Dutzend Schiffe, im Löschen und Laden begriffen. Nach Angabe der Schiffsführer waren die meisten Fahrzeuge auf der Rückfahrt ihrer ersten Reise, die sie nach dem Frühjahrshochwasser von den oberhalb gelegenen Plätzen zu Thal angetreten hatten.

Die Pletten (Galeeren) stammen hauptsächlich von der Oberen Weichsel und vom San; bevor sie auseinander genommen und als Holz verkauft werden, machen sie meist noch mehrere kleine Reisen ober- und unterhalb von Warschau. Als Segelkähne dienen auf der Mittleren Weichsel namentlich die nach Art unserer Zillen gebauten Barken, auf der Unteren Weichsel vorzugsweise die den Oderkähnen ähnlichen Berlinken, welche bis zu 45 m Länge, 7 m Breite und bei voller Ladung von 120 t über 1 m Tiefgang haben. Außer diesen in Warschau, Plock und Wloclawek gebauten hölzernen Kähnen finden sich noch eiserne Deckkähne mit stumpfen Spitzen und flachem Boden, sogenannte Gabaren, welche eine in Warschau befindliche Schiffswerft liefert. Ein ausführlicher, in den „Protokollen des 2. Kongresses russischer Wasserstraßen-Interessenten" (St. Petersburg 1895) abgedruckter Vortrag beziffert die Zahl der Fahrzeuge, welche 1893/94 in der russischen Weichsel überwintert haben, auf 32 Privatdampfer, 166 Berlinken, Barken und Gabaren, 163 Galeeren und Krypten (Pletten mit Oberdeck), ferner 12 der Militär- und Strombauverwaltung gehörige Dampfer, 7 schwimmende Krahne und einen Dampfbagger.

Aus den Angaben des „Statistischen Sammelwerks des Ministeriums der Wegeverbindungen“ (Bd. 43/44, St. Petersburg 1896) geht hervor, daß während des Jahrfünfts 1890/94 durchschnittlich im Jahre von Zawichost 370 Schiffe ohne Dampfbetrieb zu Thal gefahren und in der Mittleren Weichsel bis Warschau 200 Schiffe hinzugekommen sind. Hiervon fuhren etwa 300 durch bis zur deutschen Reichsgrenze. Von Warschau gingen dorthin 430, aus dem Narew außerdem 180 Schiffe, so daß 910 Fahrzeuge ohne Dampfbetrieb bei Njeszawa zum Ausgang nach Deutschland abgefertigt wurden. Auf der Bergfahrt gingen gleichzeitig 930 Schiffe über die deutsch-russische Reichsgrenze, hiervon 195 in den Narew, 435 nach Warschau und 300 weiter stromaufwärts. Bei Zawichost fuhren 310 Schiffe zu Berg über die österreichisch-russische Grenze. Die 910 bei Njeszawa zum Ausgang abgefertigten Fahrzeuge hatten 76 200 t Ladung (im Mittel 84 t), die 930 eingegangenen Schiffe 30 600 t (im Mittel 33 t). Der Werth der Ausfuhrgüter wird auf 2,16, der Einfuhrgüter auf 1,99 Millionen Rubel angegeben. Die Zahl der angekommenen und abgegangenen Dampfer hat jährlich betragen: bei Zawichost 250, bei Warschau von und nach der Mittleren Weichsel 710, von und nach der Unteren Weichsel und dem Narew 2300, bei Wloclawek 840.

In den Jahren 1880/94 hatte die Weichsel bei Sandomjerz in der Zeit vom 1. November bis 6. Dezember (nach unserem Kalender), bei Nowo-Aleksandrija vom 3. November bis 20. Dezember, bei Warschau vom 3. November bis 18. Dezember, bei Wloclawek vom 4. November bis 18. Dezember die ersten Grundeisbildungen. Sie wurde eisfrei: ausnahmsweise schon Ende Januar, mehrfach in der zweiten Hälfte des Februar, gewöhnlich im Laufe des März, spätestens am 5. April. Durchschnittlich betrug die Zeit vom letzten bis zum ersten Eistreiben bei Sandomjerz 253, bei Nowo-Aleksandrija 252, bei Warschau 251 und bei Wloclawek 252 Tage. Die Schiffahrt kann indessen wegen des Hochwassers nicht sofort nach dem Eisgange beginnen und hört, der Vorsicht wegen, schon vor den ersten Grundeisbildungen auf, gewöhnlich schon gegen Mitte November, während sie meistens erst im Anfang April wieder eröffnet wird. Von der durchschnittlich etwa 230 Tage dauernden Schiffahrtszeit gehen allerdings in trockenen Jahren nicht wenige Tage verloren, weil bei sehr niedrigen Wasserständen der Verkehr, mindestens auf der Mittleren Weichsel, vollkommen stockt. Schon wenn der Wasserstand auf 0,4 bis 0,5 m unter Mittelwasser sinkt, können oberhalb Warschau beladene Kähne nicht mehr fahren; bei den um mehr als 0,6 m unter Mittelwasser sinkenden Wasserständen finden sie auch unterhalb der Narewmündung zu große Schwierigkeiten. Die mangelhafte Tiefe, geringe Breite und gewundene Form der Fahrrinne beeinträchtigt alsdann sogar für leergehende Schiffe mit sehr kleiner Tauchung den Verkehr, weil wegen der hohen Mittelsände vielfach kein Ausweichen stattfinden kann und ein zum Leichtern gezwungener Kahn oft viele Stunden lang die Fahrt versperrt.

Anlegestellen mit Einrichtungen für den Lösch- und Ladeverkehr befinden sich nur bei Warschau und Njeszawa. Bei Njeszawa besteht seit 1894 eine theilweise mit Kaimauer eingefaßte Landestelle zum Anlegen von sieben bis acht Kähnen, wird aber bloß zur Zollabfertigung benutzt, für deren Zweck ein Hand-

krahn und Revisionsschuppen dienen. Bei Warschau liegen unterhalb der Alexanderbrücke nothdürftig ausgestattete Landeplätze für die ziemlich lebhafte Dampfschiffahrt, oberhalb der Brücke eine Ladestraße für Kähne und Frachtdampfer, welche gegen den Strom durch verrottete Bohlwerke oder gar nicht befestigt ist. Nur unmittelbar neben der Brücke bemerkt man die schwachen Anfänge einer Kaimauer, deren Weiterbau die für eine Großstadt absonderlichen Anlandungsverhältnisse mit der Zeit vielleicht verbessern mag. Auf der Ladestraße lagern die von den Kähnen angelieferten Güter, hauptsächlich Mauersand, Kalkbruchsteine, Gyps, Pflastersteine u. s. w. Der für Kaufmannsgüter bestimmte Schuppen mit zwei Handkrähnen ist gewöhnlich vom Dampferverkehr in Beschlag genommen, so daß die Segelkähne oft wochenlang warten müssen. Bei diesen kümmerlichen Zuständen braucht man nicht zu staunen, daß die lebhafte Bauthätigkeit der im raschen Aufblühen begriffenen Stadt Warschau ihren Bedarf an Baustoffen, vom Floßholz und Mauersand abgesehen, zum weitaus größten Theile nicht auf dem Wasserwege, sondern mit der Eisenbahn bezieht. Deshalb zeigen die Ufer der russischen Weichsel auch nur ganz vereinzelt gewerbliche Anlagen, hier und da eine Dampfschneidemühle, die Kalksteinbrüche bei Pjetrowin, die Geschiebegruben an der Unteren Weichsel, aber z. B. fast keine Ziegeleien, obgleich es für solche an Rohstoff nicht fehlt — die Großstadt versorgt sich mit Mauerziegeln aus den Ringöfen an der nach Skjernewice führenden Eisenbahnlinie.

Bei den übrigen Weichselorten beschränkt sich im günstigsten Falle die Landevorrichtung auf einen Prahm zum Anlegen der Personendampfer. Meistens fehlt auch dieser oder ist durch einen vorgelagerten Sand unzugänglich, so daß die Verbindung zwischen Schiff und Land weiter unter- oder oberhalb an einer Stelle erfolgen muß, wo die Fahrrinne sich zufällig dem Ufer nähert. Gewöhnlich werden die Reisenden an völlig unvorbereiteten Plätzen aufgenommen oder abgesetzt, häufig auch an solchen, die nach den Fahrplänen überhaupt keine Haltestellen sind, wenn der Dampfer nur irgend die erforderliche Tiefe findet, um eine Planke zum Ufer auslegen zu können. Eine rühmliche Ausnahme macht die in ganzer Länge abgepflasterte Ladestraße des hochwasserfrei dicht am Strome liegenden Städtchens Wloclawek.

Obgleich meistens für die Erleichterung des Lösch- und Ladeverkehrs fast nichts geschehen ist, erheben die Verwaltungsbehörden der größtentheils unbedeutenden und ärmlichen Weichselstädte (außer dem großstädtischen Warschau macht nur Plock und allenfalls Wloclawek einen wohnlichen Eindruck) doch recht erhebliche Geldbeträge für Erlaubnißkarten zur Benutzung der sogenannten Anlegestellen. Hierdurch und durch andere Nebenkosten, z. B. die kostspieligen, jährlich zu erneuernden Gewerbescheine für den Schiffseigenthümer und seine Bediensteten, wird der ohnehin schwierige und theuere Schiffahrtbetrieb übermäßig erschwert und vertheuert, wenn auch nach dem Buchstaben der noch gültigen polnischen Gesetze keine Abgaben vom Schiffsverkehre erhoben werden dürfen. Zu jenen Nebenkosten gehören die Gebühren für das Durchfahren der Schiffbrücken bei Plock und Wloclawek, sowie für die Benutzung der Mastenkrahne unterhalb der Eisenbahnbrücken bei Iwangorod und Warschau. Oberhalb der Iwangoroder Eisenbahn- und der Warschauer Straßenbrücke sind keine

Mastenkrahne aufgestellt; vielmehr helfen sich hier je drei Schiffe gegenseitig beim Umlegen und Wiederaufrichten der Masten,* wobei sie längere Zeit die Fahrrinne sperren.

Sehr lästig für die Schiffahrt ist ferner der Umstand, daß nirgends an der russischen Weichsel ein zur sicheren Bergung von Kähnen geeigneter öffentlicher Winterhafen vorhanden ist. Für die Fahrzeuge der Militär- und Strombauverwaltung, sowie zum Bergen der Schiffbrückenprähme befinden sich zweckmäßig angelegte, durch gut befestigte Deiche geschützte Sicherheitshäfen bei Nowo-Georgijewsk, Plock und Wloclawek, für die beiden Dampfer und die zum Rübentransport dienenden Gabaren der Leonow'schen Zuckerfabrik ein kleiner Privathafen bei Dunini. Die übrigen Schiffe müssen in den Mündungen von Nebenflüssen, in Altläufen oder Seitenarmen des Hauptstroms, wo sie einigermaßen gegen den Eisgang geschützt sind, Unterkunft suchen. Am meisten hierzu benutzt werden: der linksseitige Altlauf bei Sandomjerz, die Wilanowkamündung und ein Altlauf neben der Czerniakuwstraße oberhalb Warschau, die vom Ueberreste eines Seitenarms gebildete Schlenke bei Praga, sowie die Zglowionczkamündung bei Wloclawek. Alle diese Unterkunftsplätze bieten aber nur Schutz, wenn der Eisgang bei minder hohen Wasserständen erfolgt. Kommt er mit dem Hochwasser, oder wird durch eine Eisversetzung unterhalb die Strömung mit dem Eisgang seitlich abgelenkt, so treten häufig arge Beschädigungen der überwinternden Schiffe ein. Beispielsweise wurden vom Märzhochwasser 1888 bei Nowo-Aleksandrija zwei Dampfer stark beschädigt, bei Wloclawek drei Dampfer und fünfzehn Berlinken fortgerissen und allenthalben Verluste im Betrage vieler Tausende von Rubeln angerichtet.

5. Flößerei.

Weit größere Bedeutung als die Schiffahrt hat auf der russischen Weichsel die Flößerei. Der große Strom bildet die Haupader eines gewaltigen Holzverkehrs aus seinem gesammten Stromgebiete und den östlichen Nachbargebieten, der den deutschen Markt mit Bau- und Nutzholz versorgt und noch einen Ueberschuß für die Ausfuhr aus den deutschen Hafenplätzen liefert. Galizien sendet Rundkiefern, Rundfichten, kieferne und fichtene Mauerlatten, Schiffsplanken und kieferne Schwellen; an Güte stehen sie meist den aus Russisch-Polen und Rußland kommenden Hölzern nach. Die südlichen und westlichen Gouvernements von Russisch-Polen (Kjelce, Radom, Lublin, Sjedlce, Warschau) versorgen den Verkehr mit verschiedenartigem Bau- und Nutzholz von mittlerer Beschaffenheit. Aus dem Gouvernement Plock kommen nur wenige Traften geringwerthiger Rundkiefern und kieferner Schwellen. Die Gouvernements Lomza und Suwalki nebst dem preußischen Pissekgebiet liefern gute Rundkiefern, Rundfichten, etwas Laubholz und kieferne Mauerlatten. Aus den westrussischen Gouvernements (Wolynien, Grodno, Minsk, Wilna) und denen des inneren Rußlands (z. B. Smolensk) stammen, mit Ausnahme der Kiefern, die meisten und werthvollsten Floßhölzer. Um einen Begriff von der Art und dem Umfange des Holzverkehrs zu geben, sei erwähnt, daß die 1756 Traften, welche im Jahre 1897 unsere Reichsgrenze bei Schillno überschritten, enthalten haben:

516 794	Rundkiefern	28 460	eichene Schiffsplanken	313 522	eichene Speichen
636 462	kieferne Balken	6 914	Rundeichen	159 464	Rundelsen
	und Mauerlatten	14 136	eichene Kreuzhölzer	10 404	Eschen
597 681	kieferne Sleepers	191 285	eichene Rundklötze	1 680	Weißbuchen
1 555 359	kieferne Schwellen	361 310	eichene Schwellen	2 303	Birken
47 579	Rundfichten	47 412	eichene Halbrundschwellen	1 327	Rüstern
16 043	fichtene Balken	568 698	eichene Stäbe	1 003	Espen, ferner
	und Mauerlatten	17 450	eichene Grubenhölzer		haselne Bandstöcke u. s. w.

Von jenen 1756 Traften kamen etwa 200 aus Galizien (namentlich aus dem Dunajec und San, ein kleiner Theil aus dem oberen Bug), ferner etwa 850 aus Russisch-Polen und über 700 aus Westrußland. Die Hölzer aus den südwestpolnischen Gouvernements Kjelce und Radom werden meistens auf der Nida, Kamjenna, Ilza, Radomka und Pilica in die Weichsel geführt, diejenigen aus den Gouvernements Lublin und Sjedlce auf dem Wjeprz in die Weichsel oder auf dem Bug und seinen Nebenflüssen in den Narew. Das aus den Gouvernements Warschau und Plock kommende Floßholz wird meist an der Weichsel selbst verbunden. Die Gouvernements Lomza und Suwalki benutzen den Narew als Wasserstraße, theilweise auch den Augustowskikanal und die Bjebrza. Ebenfalls auf diesem Wege geht ein kleiner Theil der Holzausfuhr aus den Gouvernements Grodno, Wilna und Minsk vom Njemen in die Weichsel über. Das Gouvernement Grodno versendet ferner sein Holz durch die Lesna und den Nurzec (über den Bug) und aus dem oberen Narewgebiete über den Narew in den Hauptstrom. Der größte Theil des westrussischen Floßverkehrs kommt jedoch aus dem Polesje (Gouvernements Wolynien und Minsk) über den Prypet, Dnjepr-Bug-Kanal und Muchawjec in den unteren Bug, der bei Brest-Litowsk außerdem noch das mit der Eisenbahn aus den litauischen und innerrussischen Gouvernements angefahrene Holz empfängt, das in Brest zu Flößen verbunden wird.

Von den im Polesje und in anderen Gouvernements befindlichen Holzablagen, auf denen das Holz floßgerecht bearbeitet wird, liegen die meisten nicht an den als Zubringer dienenden Flüssen selbst, sondern an kleineren Seitengewässern und Gräben, welche das großentheils unwegsame Waldland durchschneiden. In Folge der weichen Beschaffenheit des Bodens kann das Holz bloß im Winter bei ziemlich starkem Frost nach den Ablagen gebracht werden, von denen es dann mit dem Schneeschmelzwasser in einzelnen Stämmen oder in kleinen Tafeln nach den größeren Flüssen und auf denselben in Traften weiter geht. Bei der Beschreibung des Dnjepr-Bug-Kanals, des Augustowskikanals, des Bug und Narew, des Wjeprz und der Pilica und in den Gebietsbeschreibungen, welche die übrigen flößbaren Flüsse aufführen, wird der Weg im Einzelnen bezeichnet, den der Floßverkehr bis zur Weichsel benutzt. Wir sehen dort, daß von Zegrze (am unteren Narew) ab, wo die hauptsächlich aus Westrußland stammenden Flöße des Bug mit den Narewflößen zusammentreffen, nach der Flößereiordnung*) dieselben bedeutenden Abmessungen für die Holztraften gestattet sind,

*) „Bestimmungen über die Verbindung von Holz zu Traften und Verflößung derselben auf den Flüssen des Weichselstromgebiets“. (In russischer und deutscher Sprache. Warschau 1898.)

welche auf der Unteren Weichsel als zulässig gelten: 25,6 m Breite und 139 m Länge. Auf der Mittleren Weichsel von Zawichost bis zur Narewmündung dürfen die Traften bei hohen Wasserständen gleiche Abmessungen besitzen, bei gewöhnlichen Wasserständen aber nur die halbe Breite (12,8 m). Auf der weit besser schiffbaren preußischen Weichsel wird das Floßholz zu noch größeren Traften verbunden, die manchmal 30 m Breite und 200 m Länge erhalten; als Durchschnittsmaß kann man 15 m Breite und 150 m Länge annehmen.

Wie die auf S. 266 u. 324 erwähnte russische Statistik angiebt, sind in den Jahren 1890/94 durchschnittlich 1680 Floßholztraften über unsere Reichsgrenze gegangen, hiervon 1460 mit russischem und 220 mit österreichischem Holz. Der Werth dieses Ausgangsverkehrs wird auf 8,53 Millionen Rubel im Jahre beziffert. Die vom deutschen Grenzzollamt geführte Statistik giebt den Eingangsverkehr folgendermaßen an:

Im Jahre	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897
Traften	2300	1233	1918	1769	1323	1270	1654	1756

Im Jahrfünft 1890/94 wurden demnach durchschnittlich 1709 Traften bei Schillno abgefertigt, was annähernd mit den russischen Mitteilungen übereinstimmt. Zum Vergleiche mit der im Bd. IV, 2. Abth. 1. Kap. mitgetheilten Statistik sei noch bemerkt, daß in den Jahren 1892/96 durchschnittlich 1587 Traften über die deutsche Zollgrenze gegangen sind, deren Rauminhalt 1 224 344 Festmeter betragen hat. Durchschnittlich enthielt also eine Traft 771 Festmeter, d. h. etwa 463 t. Wegen des Zollstreites war der Verkehr in diesem Jahrfünft schwächer als gewöhnlich. Im großen Durchschnitt wird man die Holzeinfuhr auf etwa 1,3 Millionen Festmeter oder rund 800 000 t annehmen dürfen.

Aus der russischen Statistik geht hervor, daß 1890/94 von 1680 Traften im Jahre durchschnittlich 240 über die österreichisch-russische Grenze gekommen sind (aus den galizischen Flüssen und aus der russischen Nida). In der Mittleren Weichsel vergrößerte sich der Durchgangsverkehr um etwa 260 Traften (aus dem Wjeprz, der Pilica und den übrigen Nebenflüssen), in der Unteren Weichsel um etwa 1180 Traften (fast ausschließlich aus dem Narew und Bug). Hierzu kommt dann noch der freilich weitaus geringere Floßholzverkehr zwischen russischen Plätzen; beispielsweise hat die Stadt Warschau in jenen Jahren durchschnittlich 70 Traften Floßholz von der Mittleren Weichsel empfangen.

Da die Flöße ihre weiten Reisen nur sehr langsam zurücklegen können, besonders wenn das Hochwasser im Frühling rasch verläuft, so treffen die meisten Traften erst vom Anfang des Sommers bis in den Herbst hinein an unserer Reichsgrenze ein. Bei der zu Mitte Juni 1898 ausgeführten Bereisung der russischen Weichsel wurden auf der obersten Strecke (Sandomjerz—Juzefow) nur wenige Flöße überholt, da das galizische Holz bereits weiter geschwommen war. Von Juzefow bis nach Cjechocinek, also auf dem beiweitem größten Theile des Stromlaufs, fanden sich dagegen allenthalben zahlreiche Traften, meist kolonnenweise, zuweilen quer über das Strombett vertheilt, um durch Sändern die Fahrrinne zu vertiefen. Obgleich nahezu Mittelwasser herrschte, saßen an vielen Stellen die Flöße fest und mußten durch die im seichten Wasser stehenden Flissaken flottgemacht werden.

2. Abtheilung. 4. Kapitel.

Die Przemsza.

I. Flußlauf und Flußthal.

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

In der Gebietsbeschreibung sind die Gründe dargelegt, weshalb von den drei Flüssen, aus denen die untere Przemsza entsteht, der mittlere (Schwarze Przemsza) als Hauptfluß angesehen wird, die beiden anderen aber als Nebenflüsse von rechts (Brinnitza) und links (Weiße Przemsza). Als Oberlauf kann man die vorwiegend westlich gerichtete Strecke der Schwarzen Przemsza von der Quelle bei Bsow (zwischen Ogrodzinjec und Kromolow) bis zu dem oberhalb der Mitrengamündung liegenden Städtchen Sjewjerz annehmen, als Mittellauf die mit mannigfachen Krümmungen vorwiegend südlich gerichtete Strecke bis zur Vereinigung mit der Weißen Przemsza an der Dreikaiserecke bei Slupna, als Unterlauf die gleichfalls annähernd südlich gerichtete untere Przemsza, welche die Grenze zwischen Deutschland und Oesterreich bildet. Die nachfolgende Tabelle giebt eine Uebersicht über die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse der Przemsza:

Flußstrecke	Höhenlage m	Fallhöhe m	Lauflänge km	Mittleres Gefälle ‰	Mittleres Gefälle 1 : x	Luftlinie km	Entwicklung %
	400						
Schwarze Przemsza oberh. Sjewjerz		99,0	26,0	3,81	263	20,0	30,0
	301						
Schwarze Przemsza unterh. Sjewjerz		56,2	34,6	1,62	616	25,0	38,4
	244,8						
Untere Przemsza		18,0	23,4	0,769	1300	19,0	23,2
	226,8						
Im Ganzen . .	—	173,2	84,0	2,06	485	49,0	71,4

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß innerhalb jeder Hauptstrecke der Przemsza die Entwicklung ziemlich gering ist, am größten noch im Mittellaufe, wogegen die Gesammtentwicklung eine bedeutendere Größe annimmt, weil der Oberlauf mit dem südlich gerichteten Theile des Flusses ein Knie bildet. Soweit sich aus den russischen Karten ein richtiges Bild gewinnen läßt, weist die

Schwarze Przemsza weder scharfe Schleifen, noch große Spaltungen in bemerkenswerthem Maße auf. Bei der unteren Przemsza würde die Entwicklung größer sein, wenn der Fluß hier nicht regelmäßig ausgebaut und dabei um 5,6 km (von 29,0 auf 23,4 km) begradigt worden wäre.

Die Mittellinie des mit Parallelwerken begrenzten Bettes zeigt nach dem Ausbaue durchweg schlanke Windungen mit 300 bis 550 m Halbmesser. Obgleich die Fahrrinne stellenweise etwas stärkere Krümmungen besitzt, behält sie doch immer gleichfalls eine ziemlich schlanke Form, welche keine Hindernisse für die Schiffahrt bietet. Die zu beiden Seiten der Rinne befindlichen Sände ändern stetig ihre Gestalt und Lage, indem sie langsam thalwärts wandern.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Flußbetts.

Seitdem die Ufer des Unterlaufs durch die grünen, sauber geböschten Dämme sorgfältig befestigt sind, kommen keine Abbrüche des in ihrem Schutze liegenden Seitengeländes mehr vor. Vielmehr stammen die bedeutenden Massen von Sinkstoffen und wanderndem Sande, welche die untere Flußstrecke abführt, aus der Schwarzen und besonders aus der Weißen Przemsza, deren sandige Ufer vielfach abbrüchig zu sein scheinen*). Schiffahrthindernisse (Baumstämme, Stubben, Steine) finden sich im unteren Flußlaufe jetzt nur selten, wohl aber häufig in den oberen, noch nicht ausgebauten Strecken der Przemszagewässer.

Vor dem planmäßigen Ausbau war das Bett meist übermäßig breit, an vielen Stellen verflacht, und die Stromrinne zeigte einen vielgewundenen Lauf mit sehr ungleicher Tiefe, welche oft für die nur 0,4 m tiefgehenden Kähne nicht ausreichte. Bei der geringen Widerstandfähigkeit der Ufer und der beweglichen Sohle änderte die Stromrinne fortwährend ihre Lage, und das ganze Flußbett war stetigen Aenderungen ausgesetzt zum Nachtheil der Uferbesitzer, deren Grundstücke den Angriffen der Strömung schutzlos preisgegeben blieben. Bei den ersten Versuchen zum planmäßigen Ausbau des bis dahin vielfach 100 bis 150 m breiten Bettes hatte man die Normalbreite (1871) auf 50 m angenommen, war aber bald zur Ueberzeugung gelangt, daß eine engere Einschränkung erforderlich sei. Nach den im Mai/Juni 1876 ausgeführten Abflußmengen-Messungen erschien eine Normalbreite von 30 m bei dem (annähernd dem Mittelwasser für 1871/95 entsprechenden) Wasserstande 0,75 m a. P. Kl.-Chelm als zweckmäßig für die unterste Strecke. Wie aus den „Hydrotechnischen Untersuchungen zur Regulirung des Przemszaflusses" (Zschr. f. Bauwesen, Jhrg. 1882) hervorgeht, würde jener Normalbreite ein Querschnitt von 30 qm Flächeninhalt, 1,06 m mittlerer und 1,5 m größter Wassertiefe entsprechen, vorausgesetzt daß die Abflußmenge bei jenem Wasserstande etwa 28,5 cbm/sec groß wäre. Da sie jedoch weniger beträgt, hat sich dieser Querschnitt nicht voll ausbilden können; dennoch finden die

*) Hierauf läßt die gelbe Farbe des Wassers der Weißen Przemsza schließen, wogegen die aus den Kohlenrevieren kommende Schwarze Przemsza dunkel gefärbt ist. Die Unreinigkeiten, welche von der Rawa und Brinnitza aus dem oberschlesischen Industriegebiet hinzugeführt werden, machen sich bei kleinen Wasserständen zuweilen bis Jaft hin bemerklich.

höchstens 0,5 m tiefgehenden Schiffe jederzeit auch auf den Ueberschlägen genügende Fahrtiefe, zumal der mittlere niedrigste Wasserstand nur 0,23 m unter Mittelwasser liegt und der Tiefststand von 0,31 m a. P. Kl.-Chelm (9. Mai 1838) neuerdings nicht wieder eingetreten ist. Oberhalb Kl.-Chelm wurde die Breite auf 28 m, bei Slupna am Anfange der ausgebauten Strecke auf 26 m eingeschränkt.

3. Form und Bodenzustände des Flußthals.

Die Quelle der Schwarzen Przemsza liegt am Steilrande des Jurakalk-Höhenzugs, der von Krakau nach Czenstochau und Mstow in das Warthegebiet streicht, auf etwa + 400 m Meereshöhe. Zunächst durchfließt sie, unweit Kromolow kaum 500 m von dem Quellbache der Warthe entfernt, die sandige, größtentheils bewaldete Niederung, welche sich vom Rande des Höhenzugs nach Sjewjerz hin erstreckt. Bei Turza verläßt sie dieselbe jedoch und tritt in ein von niedrigen Hügeln eingefaßtes, stellenweise recht schmales Wiesenthal. Oberhalb Sjewjerz öffnet sich zur Rechten der Przemsza wieder eine weite, bis zur Brinnitza und in das Malapanegebiet sich fortsetzende sandige Niederung. Bei dieser Stadt, noch einige Kilometer oberhalb der Mitrengamündung, beginnt das Querthal, mit welchem die Przemsza die Ablagerungen des Muschelkalks durchbricht. Bis nach Warenzin wird das durchschnittlich 0,5 km breite Thal von flach ansteigenden Gehängen der mäßig hohen Bodenschwellen besäumt. Bei jenem Dorfe erhebt sich das Gelände rechts mit steiler Lehne, wogegen links die Anhöhen zurücktreten und eine nach der Gegend von Slawkow hin weiter führende, mit Bruchland und Wald bedeckte Sandniederung frei lassen, an deren westlichem Ende der Fluß ein flach eingeschnittenes, bis zu 1,5 km breites Thal bildet. Bei der russischen Kreisstadt Bendzin beginnt ein etwa 5 km langes, in der Sohle 0,6 km breites Durchbruchthal zwischen ziemlich steil abgeböschten Hügeln; links wird hier das Flußbett von der Warschau—Wiener Eisenbahn, rechts von einer Landstraße begleitet.

Nachdem die Przemsza aus diesem Thalgrunde getreten ist, erreicht sie eine von der Brinnitza nach der Weißen Przemsza ziehende sandige Ebene, welche gegen Westen durch das bei Myslowitz und Slupna um 20 bis 40 m höhere Gelände begrenzt wird. Bis Brzezinka, wo die letzten Kohlenzechen in Nähe des Flusses liegen, hält sich das regelmäßig ausgebaute Bett der unteren Przemsza nahe an der rechtsseitigen Thalwand, während ein Fluthharm am linken, von niedrigem Waldland eingefaßten Rande des 0,5 km breiten Wiesenthales hinführt. Weiter unterhalb steigt das Gelände von den Flußufern meistens so allmählich an, daß es bei großem Hochwasser auf mehr als 1,5 km Breite überfluthet wird. Nur die bei Dzjeckowitz—Jast (rechts) und Jelen (links), sowie bei Kl.-Chelm (rechts) und Chelmek (links) um 50 bis 60 m über die Thalsohle ansteigenden Anhöhen schränken das Ueberschwemmungsgebiet auf 6- bis 800 m ein. Hinter den Kalksteinhügeln bei Kl.-Chelm und Chelmek schwenken die beiderseitigen Thalwände nach der Weichselthalwand ab, deren Mündungslücke fast 3 km Breite besitzt.

Aus dieser Schilderung geht hervor, das die Przemsza auf dem größten Theile ihres Laufes durch flache Sandniederungen fließt. Sogar in den Durchbrüchen durch die ihr Gebiet quer schneidenden, niedrigen Höhenzüge ist das Thal verhältnißmäßig breit und meist flach eingeschnitten. Trotz des sandigen Oberbodens ist der Thalgrund nicht durchlässig, weil oft schon in geringer Tiefe eine undurchlässige, thonige Unterlage angetroffen wird. Er weist daher gewöhnlich große Feuchtigkeit und vielfach Torfmoorbildungen auf. Die häufiger überschwemmten Flächen werden ausschließlich als Wiesen und Hutungen benutzt, die nach der Schneeschmelze und nach starkem Regen oft viele Wochen lang unter Wasser stehen, wegen des geringen Gefälles und der niedrigen Lage nur schwer zu entwässern und theilweise versumpft sind. Der sehr feine, leicht bewegliche Sand, den die Przemsza bei Hochwasser in großer Menge mit sich führt, wird bei den Ausuferungen auf die niedrigen Wiesen getragen und schädigt dieselben manchmal durch Versandung der Rasendecke. An der unteren Przemsza sind in Folge dieser starken Sandführung die bei der Begradigung abgeschnittenen Altbetten bis Dzjeckowitz fast ganz verlandet, bloß weiter unterhalb noch größtentheils als sumpfige Schlenken vorhanden. Da in Folge des Ausbaues die obere Strecke eine ziemlich beträchtliche Senkung der Sohle und des Wasserspiegels erfahren hat, die untere dagegen eine geringe Hebung, ist die Vorfluth und die Höhenlage des Grundwassers in der oberen Strecke verbessert, in der unteren aber einstweilen verschlechtert worden, welchem Uebelstande man durch kräftigere Räumung des Flußbetts mittels Aufhöhung der Parallelwerke zu begegnen sucht.

II. Abflußvorgang.

Unter den Zuflüssen der Kleinen Weichsel besitzt keiner eine solche Bedeutung wie die Przemsza. Obschon aber die Gebietsgröße durch sie um 115 % wächst und das neu hinzutretende Gebiet die höchsten Erhebungen in sich schließt, die innerhalb des linksseitigen Gebietsantheils der Kleinen Weichsel überhaupt zu finden sind, bleiben die Przemszagewässer für die Hochwasserführung des Weichselstromes doch von ziemlich untergeordneter Bedeutung. Zum Theil ist dies schon durch die nur mäßige Menge des Niederschlages bedingt, der selbst an den höchstgelegenen Punkten des Gebietes nicht wesentlich über eine Gesammthöhe von 700 mm im Jahre hinauszugehen scheint. Dazu kommt, daß der große ausländische Gebietsantheil mit seiner feinkörnigen Sandbedeckung von starker Durchlässigkeit ist, der Hauptregenfall aber gerade in den heißesten Monaten stattfindet, in denen der Boden das Wasser in ganz besonderem Maße aufzunehmen vermag. Ferner ist auch das Gefälle im Vergleich mit den Gebirgsflüssen klein, und dieser Umstand trägt ebenfalls dazu bei, den ganzen Abflußvorgang recht ruhig zu gestalten. So führt die Przemsza, wie bereits in der Gebietsbeschreibung (vgl. S. 21) erwähnt ist, zu Hochwasserzeiten eine im Verhältniß zu ihrer Gebietsgröße ziemlich geringe Abflußmenge, während sie zu Trockenzeiten von dem früher durch den Boden aufgenommenen Wasservorrath zehren

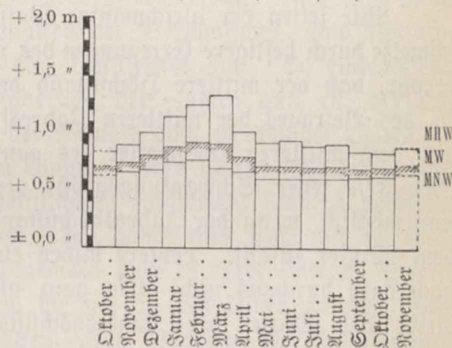
kann. Ihre Einwirkung kommt dem Strome also namentlich bei kleinem Wasser zu Gute, und zwar bringt sie dann zuweilen mehr Wasser als die Kleine Weichsel. Bedeutendere Anschwellungen aber treten in der Przemsza fast nur im Frühjahr ein. Der Abgang des Eises vollzieht sich dabei leicht und ohne Versetzungen.

Ein unter Aufsicht der Wasserbauinspektion zu Gleiwitz und der Königlichen Regierung zu Oppeln beobachteter Pegel befindet sich an der Brücke bei Kl.-Chelm, also am Unterlauf des Flusses. Die für denselben vorliegende Beobachtungsreihe umfaßt zunächst — unter einigen Lücken — die Jahre 1825/27 und beginnt dann wieder mit dem Jahre 1834. Eine Unterbrechung erfuhren die Beobachtungen im Kriegsjahre 1866, in welchem die Brücke mit dem Pegel von österreichischen Truppen verbrannt wurde. Seit der Neueinrichtung des Pegels im Sommer 1868 sind die Beobachtungen dann lückenlos durchgeführt worden. Der Pegelnullpunkt liegt 229, 385 m über N.N. Im Laufe der Jahre hatte der Pegel jedoch mehrfach etwas abweichende Höhenlagen, die, soweit sie jetzt noch klarzustellen sind, eine zeitweilige Verbesserung der Beobachtungen um Beträge von + 0,05 bis — 0,07 m nothwendig machten. Die Unsicherheiten, die im Einzelnen verblieben, sind als unerheblich zu erachten.

Die Tabelle enthält die Monatswerthe und Hauptzahlen für den Zeitraum 1834/96; von ersteren ist auch eine bildliche Darstellung gegeben (Abb. 13). Im Tabellenbande sind außerdem die entsprechenden Werthe für die 25 Jahre 1871/95 und die Hauptzahlen für jedes einzelne Halbjahr des 50-jährigen Zeitraumes 1846/95 zu finden.

Abb. 13.

Kl.-Chelm (1834/96)



Kl.-Chelm 1834/96	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
MNW	0,66	0,68	0,75	**0,77**	0,70	0,67	0,61	0,61	0,61	0,61	0,62	0,63	0,60	0,56	0,55
MW	0,74	0,81	0,89	**0,93**	0,92	0,80	0,72	0,72	0,71	0,72	0,70	0,71	0,85	0,71	0,78
MHW	0,90	1,01	1,15	1,26	**1,34**	1,03	0,93	0,95	0,90	0,92	0,85	0,84	1,58	1,18	1,61

Beobachteter Tiefststand 0,31 m am 9. Mai 1838.
Beobachteter Höchststand 2,20 m am 29. März 1845.

Unter welchem Gesichtspunkt man die Zahlen der Tabelle auch betrachtet, immer tritt die Gleichmäßigkeit hervor, die dem Abflußvorgang namentlich während des Sommerhalbjahres innewohnt. Da der Pegel sich an einer Brücke befindet und eine erhebliche Ausbreitung der Wassermassen über ein verwildertes Bett völlig ausgeschlossen ist, so ist für die Zahmheit des Flusses schon die Geringfügigkeit der Wasserstandsschwankungen (in m) recht bezeichnend (vergl. S. 334).

Winter			Sommer			Jahr			
MW—MNW	MHW—MW	MHW—MNW	MW—MNW	MHW—MW	MHW—MNW	MW—MNW	MHW—MW	MHW—MNW	HHW—NNW
0,25	0,73	0,98	0,15	0,47	0,62	0,23	0,83	1,06	1,89

In der mehr als 60=jährigen Beobachtungszeit schwankte der Wasserspiegel also überhaupt nur um 1,89 m. Nach einem amtlichen Berichte ist allerdings im Jahre 1830, also wenige Jahre vor dem Beginne der Beobachtungen, ein Wasserstand von 8 Fuß 6 Zoll (2,67 m) am Pegel vorgekommen, der den oben vermerkten Höchststand also noch um 0,47 m überragt und die Gesammtschwankung des Wasserspiegels auf den immerhin aber doch noch bescheidenen Betrag von 2,36 m bringt. Sieht man von diesem der Beobachtungsreihe nicht angehörenden Höchststande ab, so verbleibt dem Winter ein äußerster Wasserstandsunterschied von 1,76 m (das Wasser sank in den Wintermonaten nie unter 0,44 m); für den Sommer aber ermäßigt sich dieser Betrag auf 1,48 m (der Wasserspiegel erreichte in dieser Jahreshälfte nur die Pegelhöhe 1,79 m); selbst bei einer für die Jahreszeit ungewöhnlich kräftigen Wasserführung pflegt sich der Wasserspiegel im Sommer nicht um mehr als 1 m über das Jahresmittelwasser zu erheben.

Wie selten der gleichmäßige Wasserabfluß außerhalb der Zeit der Schneeschmelze durch heftigere Erregungen des Flusses unterbrochen wird, geht auch daraus hervor, daß der mittlere Höchststand des Winters den des Sommers um nahezu $^2/_5$ des Betrages der mittleren Jahresschwankung überragt, während zwischen ihm und dem mittleren Hochwasser des ganzen Jahres nur ein Abstand von 0,03 m oder 3% jener Schwankungsgröße verbleibt. Ein solches Verhältniß ist aber nur möglich, wenn der Jahreshöchststand bis auf ziemlich vereinzelte Ausnahmen dem Winter zufällt. Letztere bilden etwa 10% aller Fälle, und diese betreffen noch dazu durchaus nicht etwa ganz ungewöhnlich hohe Wasserstände; vielmehr bleibt das Mittel der Jahreshöchststände, die im Sommerhalbjahre eintraten (1,52 m) noch unter dem mittleren Hochwasser des Winters und um so mehr also unter dem Mittelwerth aller Jahreshöchststände, die innerhalb des Winterhalbjahres eintraten. In der doch ziemlich langen Beobachtungsreihe sind insgesammt überhaupt nur fünf Fälle zu finden, in denen das mittlere Hochwasser des Winters von den Wasserständen des Sommers erreicht oder überschritten wurde. Daß diese sämmtlich der neueren Zeit (seit 1877) angehören, hängt schwerlich mit dem Ausbau des Flusses zusammen, sondern beweist nur, daß auch das Przemszagebiet bei den in benachbarten Gebieten zu großen Hochfluthen führenden Witterungslagen nicht ganz unberührt bleibt. Die bei Beschreibung der wasserwirthschaftlichen Verhältnisse erwähnte Hebung der Wasserstände im letzten Theile des Flußlaufs kommt durch eine Erhöhung des 5=jährigen Mittelwassers a. P. Kl.=Chelm von 1876/80 bis 1891/95 zum Ausdruck. Daß es sich dabei um eine vorübergehende Erscheinung handelt, lehrt ein Vergleich mit den älteren Fünfjahr=Mittelwerthen:

	1846/50	1851/55	1856/60	1861/65	1866/70	1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
MW (m) Kl.=Chelm	0,89	0,75	0,83	0,84	—	0,69	0,66	0,69	0,77	0,90

Auch von den Werthen für das mittlere Niedrigwasser beider Jahreshälften fällt der kleinere dem Sommer zu; allerdings unterscheidet er sich von dem ent=

sprechenden Wintermittel nur um 0,04 m; dieser so geringfügige Unterschied ist indessen in diesem Falle hinreichend groß genug, um das mittlere Sommerniedrigwasser mit dem des Jahres nahezu zusammenfallen zu lassen. Hiernach braucht kaum noch hervorgehoben zu werden, daß der Tiefststand des Jahres in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle (79 %) in den Sommer fiel. Wie sich die Höchst- und Tiefststände des Jahres auf die einzelnen Monate vertheilen, zeigt die folgende kleine Tabelle.

Prozentzahlen 1834/96	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Höchststände . . .	2	5	15	26	**35**	7	2	5	0	1,5	1,5	0	90	10	100
Tiefststände	2	2	4	4	4	5	14	15	15	**21**	9	5	21	79	100

In der Zahlenreihe für die Tiefststände zeigt sich hiernach vom November bis zum August hin eine beständige Zunahme, die namentlich zwischen April und Mai, also nach dem Abfluß des letzten Schmelzwassers erfolgt. Fast noch plötzlicher tritt im Herbst, also mit dem Nachlassen der Verdunstung, eine Verminderung in der Häufigkeit des Auftretens der Tiefststände ein. So einleuchtend und gesetzmäßig diese jahreszeitliche Veränderung der Zahlen auch ist, verläuft die Linie für das mittlere Niedrigwasser der Monate doch in mancher Beziehung etwas anders, als man hiernach erwarten könnte. Ihre höchste Erhebung fällt nicht mit dem seltensten Auftreten des Tiefststandes zusammen, sondern verbleibt den Monaten Januar und Februar. Zum Theil hängt dies wohl mit den Eisverhältnissen zusammen; denn wenn die Przemsza auch in ihrer unteren Strecke nie ganz zufriert, so bilden die Eisschollen, die sich an den Ufern ansetzen, doch immerhin ein Hemmniß der Vorfluth. Allein aber bewirken die Eisbildungen jene Erhebung des Kleinwasserspiegels doch wohl nicht; vielmehr wird, da in den genannten Monaten die Schneedecke durch vorübergehendes Thau- und Regenwetter oftmals schon in ganz erheblichem Maße zusammenschmilzt, ein Theil des Schmelzwassers vor der endgültigen Schneeschmelze in den Fluß gelangen. Die Vertheilung der Jahreshöchststände steht dagegen mit dem Verlaufe des mittleren Hochwassers weitaus mehr im Einklang. Beide Reihen zeigen eine im Herbst beginnende Erhebung, die im März ihren Höhepunkt erreicht, und in beiden leitet eine beträchtliche Verminderung von März auf April zu wesentlich kleineren Werthen für die Sommermonate über. Am seltensten werden die Jahreshöchststände in den Monaten Juli bis Oktober, die insgesammt nur noch 3 % derselben auf sich vereinigen. Im letzten dieser Monate erreicht auch das mittlere Hochwasser seinen niedrigsten Werth, der unter das Mittelwasser des Winters sinkt. Das Mittelwasser nimmt zwischen den beiden Grenzwerthen des Wasserstandes auch insofern eine mittlere Stellung ein, als seine Veränderung von Monat zu Monat sich zwar schärfer ausprägt, als dies beim mittlerern Niedrigwasser der Fall ist, andererseits aber die Schwankungen des mittleren Hochwassers von ihm nicht erreicht werden. Das höchste Monatsmittel (Februar) erhebt sich vielmehr nur um 0,15 m über

das Jahresmittel, und der tiefste Mittelwerth (September) sinkt gar nur um 0,08 m darunter. Da auch der Höchstwerth des Mittelwassers schon auf den Februar fällt, so tritt die eigenthümliche Erscheinung ein, daß die Höchsterhebung des mittleren Hochwassers (im März) den Höchstbeträgen der beiden anderen Größen nachfolgt, während sie sonst eher beiden vorangeht.

Bei den im Mai/Juni 1876 mit hydrometrischem Flügel und mit Schwimmern ausgeführten Messungen der Wassermengen ist festgestellt worden, wie bereits auf S. 198 erwähnt, daß in der unteren Strecke bei dem mittleren Wasserstande von 0,74 m a. P. zu Kl.-Chelm (Mittel aus 1871/95) rund 22 cbm/sec, also sekundlich 10,5 l/qkm abfließen, ferner bei dem nur 1 cm über dem langjährigen Mittelwasser (1834/96) liegenden Wasserstande von 0,79 m a. P. 27,4 cbm/sec mit 0,84 m/sec mittlerer Geschwindigkeit, also sekundlich 13,1 l/qkm. Die größte Hochwassermenge wurde beim Regulierungsentwurf zu 197 cbm/sec angenommen, entsprechend der sekundlichen Abflußzahl 0,094 cbm/qkm für das 2095 qkm große Niederschlagsgebiet (vgl. S. 21).

III. Wasserwirthschaft.

1. Flußbauten. Schiffahrtverhältnisse.

Bis in die siebziger Jahre hinein hatte die von Alters her bestehende, früher zur Beförderung von Salz aus Wjelicka, besonders aber von Steinkohlen dienende Schiffahrt auf der Przemsza wegen des arg verwilderten Flußzustandes mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen. Die Fahrt der mit nur 12 bis 15 t beladenen Kähne nahm auf dem damals 29 km langen Flußlaufe gewöhnlich 6 bis 14 Tage in Anspruch. Schon 1819 waren auf Grund der eben erwähnten Vorarbeiten Verhandlungen wegen eines von Preußen und dem Freistaate Krakau gemeinsam auszuführenden Ausbaues der Przemsza eingeleitet worden. Da die mehrmals wieder aufgenommenen Verhandlungen zu keinem Ergebniß führten, hatten in den sechziger Jahren die Besitzer der Steinkohlengruben selbst Maßnahmen zur Verbesserung der Schiffbarkeit getroffen, ohne dauernde Vortheile erzielen zu können. Einestheils für diesen Zweck, anderentheils zur Verhütung der fortschreitenden Verwilderung, welche die sichere Lage der Reichsgrenze verdunkelte, wurden 1869 neue Vorarbeiten ausgeführt und Abmachungen über den Ausbau zwischen Preußen und Oesterreich getroffen. Im Jahre 1871 erfolgte dann in einer Probestrecke von 2,1 km Länge bei Kl.-Chelm die Einschränkung auf 50 m Spiegelbreite mittels Buhnen an der preußischen und Parallelwerken an der österreichischen Seite. Nachdem in den folgenden Jahren der Ausbau mit geringen Mitteln fortgesetzt war und die 1876 vorgenommenen Messungen der Abflußmenge eine engere Einschränkung als nothwendig erwiesen hatten, wurde in den Jahren 1877/86 von beiden Uferstaaten die ganze Flußstrecke zwischen Slupna und der Mündung mit Parallelwerken planmäßig ausgebaut. Eine Weiterführung des Ausbaues oberhalb scheiterte an dem ablehnenden Verhalten der russischen Regierung. Mit der Begradigung ging eine Ausgleichung des

Besitzstandes der Uferanlieger Hand in Hand, sowie eine Umlegung der Reichsgrenze auf Grund des kürzlich vom preußischen Landtage genehmigten Staatsvertrags vom 19. Januar 1898.

Für die Niederungen an der oberen Strecke hat dieser Ausbau eine günstige Senkung des Grundwasserstandes und Verbesserung der Vorfluth zur Folge gehabt, dagegen für diejenigen an der unteren Strecke eine geringe Hebung, welche durch kräftigere Räumung des Flußbetts wieder ausgeglichen werden soll. Einen wesentlichen Vortheil brachte sie den Anliegern durch Verhinderung der früher sehr schädlichen Uferabbrüche und durch das Abschneiden der Seitenströmungen des Hochwassers. Für die Förderung der Schiffahrt hat sie sich als segensreich erwiesen, obgleich der Nutzen weniger den beiden betheiligten Staaten als vielmehr Rußland zu Gute kommt, da seit der von diesem Staate ausgeführten Anlage eines Umschlagplatzes an der Dreikaiserecke hauptsächlich die aus den russischen Bergwerken bei Dombrowa angelieferten Steinkohlen auf der Weichsel nach Krakau und bis nach Russisch-Polen verfrachtet werden.

Seit Fertigstellung des planmäßigen Ausbaues dauert die Thalfahrt der mit 20 bis 25 t beladenen Kähne, welche die gleichen Abmessungen wie auf der Oberen Weichsel haben, nur noch 6 Stunden und kann auch bei Kleinwasser stattfinden. Im Jahre 1896 gingen thal- und bergwärts 4486 Schiffe mit der Gesammtladung von 50 700 t, wobei die für Bauzwecke verwandten Steine nicht einbegriffen sind. Zu beachten ist, daß auf der Bergfahrt die Schiffe meist leer gehen oder doch nur geringe Frachtmenge (Grubenholz, Salz u. s. w.) befördern. Aus der österreichischen Statistik ergiebt sich, daß beim Nebenzollamt Chelmek 1886/90 jährlich 2212 Fahrzeuge mit 44 362 t Ladung, 1891/95 jährlich 1930 Fahrzeuge mit 42 501 t Ladung in der Thalfahrt gezählt wurden. Die durchschnittliche Frachtmenge hat also 20 bis 22 t betragen, woraus hervorgeht, daß die Schiffe zu Thal meist mit voller Ladung fahren konnten.

Wie schon erwähnt, ist der Ausbau auf beiden Ufern mit Parallelwerken in den zu verengenden Flußstrecken und mit Deckwerken in den Durchstichen erfolgt. Die in den Streichlinien angelegten Parallelwerke wurden in kurzen Abständen durch Querbauten (Traversen) mit dem alten Ufer verbunden, um möglichst gute Verlandungen zu erzielen und das Wiederausspülen des hinter den Werken abgelagerten Sandes zu verhüten. Meistens ist die Auflandung in kurzer Zeit so vortrefflich gelungen, daß die Anhägerungen vom alten Thalgelände kaum zu unterscheiden sind. Die österreichischen Werke bestehen aus einer Schüttung von rohen Bruchsteinen mit 1,5-facher Außen- und 1-facher Binnen-Böschung, deren Kronenbreite 1,0 m beträgt. Die preußischen Werke unterscheiden sich nur insofern hiervon, als sie in tieferen Kolken Grundabdeckungen aus Faschinen erhalten haben und über dem gewöhnlichen Wasserstande mit den besten 0,3 m starken Steinen sauber gepackt oder gepflastert sind. Auf beiden Ufern verschlickten die Werke sehr schnell; in wenigen Jahren lagerte sich auf Krone und Böschungen eine 0,2 bis 0,4 m starke Schlickschicht ab, die mit Binsen, Schilf, Gras und theilweise auch Weiden dicht bewachsen ist. Die aus den Steinbrüchen an der Przemsza gewonnenen Kalksteine kosten an der Ladestelle etwa 2 Mark für 1 cbm. Wegen dieses geringen Preises hat der Neubau auf 1 km Uferlänge an der

österreichischen Seite nur 12 800 Mark gekostet, und die jährliche Unterhaltung erfordert für 1 km Uferlänge etwa 56 Mk. Für die an der preußischen Seite hergestellten Werke sind bis zur Beendigung des Ausbaues, einschließlich der Unterhaltungskosten, 409 000 Mk. verausgabt worden, also auf 1 km Uferlänge rd. 17 500 Mark.

2. Sonstige wasserwirthschaftliche Verhältnisse.

Ueber die wasserwirthschaftlichen Verhältnisse an der russischen Schwarzen Przemsza ist nichts Näheres bekannt. Aus den Karten geht nicht klar hervor, ob das ziemlich große Gefälle des Flusses für den Betrieb der eingezeichneten Mühlwerke durch Wehre unterbrochen ist, oder ob die Zuleitung des Triebwassers durch Mühlgräben ohne Stauanlagen im Flußbett erfolgt, wie dies z. B. an der unteren Przemsza bei der Jaster Mühle geschieht. Die im September 1818 abgefaßte eingehende „Beschreibung zur Stromkarte des Czarna-Przemsza-Grenzflusses" erwähnt unterhalb Slupna drei für Schneide- und Mahlmühlen dienende Wassertriebwerke: die Prziskamühle bei Brzezinka, eine Mühle bei Dzjeckowitz (nicht mehr vorhanden) und die Mühlenanlagen bei Jelen (zu denen die Gonsiormühle bei Jast gehört). Erstere Mühlen bestanden damals erst seit kurzer Zeit und lagen an Mühlgräben, welche nur das zur Schiffahrt nicht erforderliche Wasser aus der Przemsza entnehmen durften, also bei niedrigen Wasserständen mit Schützenschleusen abgesperrt wurden, ebenso bei großem Hochwasser zum Schutze der Mühle. Die Triebwerke und das Wehr bei Jelen stammten aus dem Jahre 1677. Obgleich die Stauanlage mit einer Schiffszugvorrichtung versehen war, die gegen Erstattung einer Abgabe geöffnet wurde, erfuhr die Schiffahrt hier erheblichen Aufenthalt und mancherlei Belästigung. Nach langen Verhandlungen wurde das Wehr von beiden Grenzstaaten angekauft und 1869 abgebrochen. Seitdem kann die Gonsiormühle nur noch bei höheren Wasserständen arbeiten. Die Prziskamühle war früher bereits mehrfach durch Ausbildung von Seitenarmen, welche dem Mühlgraben das Wasser entzogen, zeitweise lahmgelegt worden. Seit den achtziger Jahren ist der ehemalige Mühlgraben völlig versandet und das Wassertriebwerk eingegangen, ebenso schon vorher bei Dzjeckowitz. Zur Entnahme von Wasser für Bewässerungen wird die Przemsza nicht benutzt, zur Fischerei nur wenig, da sie arm an Fischen ist; um die noch offenen Schlenken als Laichplätze benutzbar zu machen, sind in die Sperrwerke Thonröhren eingelegt.

Die Abführung des nur 0,8 bis 1,4 m über den mittleren Wasserstand anschwellenden Hochwassers findet nirgends Hindernisse; vielmehr kann es sich frei über das niedrige, aus Wiesen und Hutungen bestehende Ueberschwemmungsgebiet ausbreiten. Die auf den Parallelwerken und Verlandungen angelegten Weidenpflanzungen werden regelmäßig geschnitten und kurz gehalten, um die Ausbreitung des größeren Hochwassers nicht zu behindern, und keine zu hohen Sandablagerungen aufkommen zu lassen. Andererseits wirken sie darauf hin, die Strömung im Flußbett zusammenzufassen und ihre räumende Kraft zu bewahren, liefern außerdem auch gute Erträge und erleichtern die Instandhaltung der Werke.

— Die an drei Punkten vorhandenen Brückenanlagen lassen genügenden Durchflußquerschnitt für die Abführung der größten Hochwassermenge (197 cbm/sec) ohne nachtheiligen Stau frei. Die Eisenbahnbrücke der Linie Myslowitz—Szczakowa bei Slupna hat drei Oeffnungen von zusammen 51,0 m Lichtweite, steinernen Unter- und eisernen Ueberbau. Die Straßenbrücke bei Brzezinka hat sieben Oeffnungen von zusammen 64,2 m Lichtweite, steinerne Landpfeiler, dagegen Joche und Ueberbau in Holz. Der ebenso gebauten Straßenbrücke zwischen Kl.-Chelm und Chelmek, welche sechs Oeffnungen von zusammen 57,6 m Lichtweite besitzt, kommt noch eine Fluthbrücke mit fünf Oeffnungen von zusammen 27,5 m Lichtweite zu Hülfe. Die Unterkante des Ueberbaues liegt bei der Brzezinkaer Brücke 2,2 m, bei der Kl.-Chelmer Brücke 1,3 m über dem sicher bekannten Höchststande (2,20 m a. P. Kl.-Chelm am 29. März 1845).



2. Abtheilung. 5. Kapitel.

Die Sola.

I. Flußlauf und Flußthal.

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Als Hauptquellbach der Sola wird der im oberen Laufe Czerna genannte Solbach angenommen, der am Südosthange des Ochozdito unweit des Punktes, wo die Stromgebiete der Weichsel, Oder und Donau zusammenstoßen, auf + 755 m entspringt und in großem Bogen gegen Ostsüdost nach Rajcza fließt, wo er sich mit den anderen strahlenförmig hinzutretenden Quellbächen vereinigt. Bis Cjecina bleibt die Sola in einem über Miluwka nordwärts ziehenden Gebirgsthale und rinnt alsdann, nach Nord-zu-Ost abgelenkt, durch das breite Saybuscher Kesselthal über Saybusch nach Tresna, wo der Durchbruch durch die vorgelagerte Bergkette bis Porabka beginnt. Die schon bei Tresna wieder angenommene Nordrichtung behält der Fluß in seinem Laufe durch das Hügelland bis Oswjencim bei und biegt erst kurz vor der Mündung (bei Brzoszkowice) östlich nach der Weichsel ab. Der einzige bedeutende Nebenbach der Sola ist die Koszarawa, deren Mündung jedoch keinen natürlichen Abschnitt bezeichnet, da sie mitten im Saybuscher Kesselthale liegt. Dagegen bildet der Eintritt in dieses Thal bei Cjecina einen Grenzpunkt, ebenso der Uebergang in das Hügelland bei Porabka. Folgende Tabelle legt die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse der Theilstrecken dar:

Flußstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
	755						
Quellbach		255	16,0	15,9	63	10,6	50,9
	500						
Oberlauf (Rajcza—Cjecina) . . .		118	18,5	6,38	157	14,2	30,3
	382						
Mittellauf (Cjecina—Porabka) . .		83	26,8	3,10	323	20,9	28,2
	299						
Unterlauf (Porabka—Mündung) . .		73	33,0	2,21	452	26,1	26,4
	226						
Im Ganzen	—	529	94,3	5,61	178	60,8	55,1

Der Quellbach hat wegen des bogenförmigen Verlaufs seines Gebirgsthales, das von der Eisenbahnlinie Csacza—Saybusch zum Abstieg benutzt wird, eine große Entwicklung bei ansehnlichem Gefälle. In den übrigen Strecken ist die Entwicklung nur mäßig groß und vorzugsweise durch die Windungen des Flußlaufs in dem sehr schlank nordwärts ziehenden Thale bedingt. Die Gesammt-Entwicklung zeigt einen erheblichen Werth hauptsächlich dadurch, daß der Quellbach einen spitzen Winkel mit dem unterhalb Rajcza gelegenen Flußlaufe bildet. Das Gefälle vermindert sich von diesem Dorfe ab nur langsam und bleibt bis zur Mündung noch ziemlich stark. Im Oberlaufe wechselt es, wenn man kürzere Theilstrecken betrachtet, von 4 bis 9 ‰, im Mittellaufe von 2 bis 5 ‰, im Unterlaufe von 1,74 ‰ auf der letzten Strecke bis 2,8 ‰ auf der ersten unterhalb Porabka. Die im Flusse vorhandenen Wehre stauen nur auf geringe Längen zurück, da sie meist kleine Stauhöhen haben und das Gefälle bedeutend ist. Uebermäßige Krümmungen beschreibt die Sola selten; dagegen ist sie im Oberlaufe und mehr noch im oberen Mittellaufe bis Tresna, sodann wieder von Porabka abwärts im Unterlaufe fast überall verästelt und in zahlreiche unstetige Arme gespalten, welche das breite Schotterbett willkürlich durchfurchen.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Flußbetts.

Nur der Quellbach und die untere Strecke des Mittellaufs (von der zwischen Zadzjele und Tresna mündenden Lenkawka bis Porabka 12 km lang) haben ein gebundenes, zwischen ziemlich hohen Ufern eingeschnittenes Bett von mäßiger Breite, dessen Sohle bei gewöhnlichen Wasserständen größtentheils benetzt bleibt. In den verwilderten Strecken des Oberlaufs, oberen Mittellaufs und Unterlaufs liegt ein übermäßig breites, verschottertes Bett zwischen niedrigen Ufern, die bei Anschwellungen des Flusses in Abbruch versetzt und überschwemmt werden. Oefters ist die Verschotterung zu solcher Höhe gelangt, daß man überhaupt keinen deutlichen Uferrand erkennen kann, zumal an diesen Stellen das sonst aus fruchtbarem Boden bestehende Seitengelände bei den Ausuferungen mit Gerölle überdeckt und allmählich dem Schotterbett zugefügt wird. Im Oberlaufe wechseln mit solchen Ueberbreiten hier und da noch einige besser ausgebildete kurze Flußstrecken ab, in denen die Sola höhere, zum Theil felsige Ufer besitzt. Meistens bestehen die Ufer jedoch aus wenig widerstandsfähigem Boden, nämlich mehr oder minder grobem Schotter, der unter einer Decke aus Lehm und Humus liegt. Bloß in der letzten Strecke des Unterlaufs tritt an Stelle des Schotters als Unterlage des Oberbodens Sand oder sehr sandiger Lehm, gleichfalls von geringer Widerstandfähigkeit.

Die Geschiebe der Schotterfelder, auf denen die Sola bei gewöhnlichen Wasserständen in dünnen Rinnen umherschweift, weisen im Oberlaufe theilweise bedeutende Größe auf. Im Unterlaufe gehen die groben Geschiebe, meist plattenförmig geformte Steine mit 20 bis 30 cm Seitenlänge, nicht weit über die Hecznarowkamündung hinaus. Weiter unterhalb bis zur Mündung ist das Bett mit mittelgrobem Schotter und grobkörnigem Sande bedeckt. Wie in der Gebietsbeschreibung bemerkt, bringen die Nebenbäche, namentlich von Miluwka ab,

bei jedem Hochwasser neue Geschiebe in den Fluß. Noch größere Mengen gerathen durch die Verlegungen der ihre Lage fortwährend wechselnden Rinnen und durch Uferabbrüche in Bewegung. Da die Hochfluthen aber gewöhnlich rasch verlaufen, so wird die Wanderung der Geschiebe bald wieder unterbrochen; was an der einen Stelle weggerissen ist, wird an einer anderen hingelegt. Die für den Betrieb von Hüttenwerken, Papier- und Sägemühlen angelegten Wehre tragen dazu bei, das grobe Gerölle an der Fortsetzung seiner Wanderung zu verhindern. Im Allgemeinen beschränkt sich also die Geschiebebewegung auf eine Umlagerung innerhalb der Schotterfelder, wobei jedoch die nähere Umgebung stark in Mitleidenschaft gezogen wird, sowohl durch den Abbruch fruchtbaren Geländes, als auch durch die Verschotterung von Kulturboden. Stellenweise ist auf diesem Wege bereits das ganze Ueberschwemmungsgebiet in werthloses Oedland umgewandelt worden.

Die Geschiebemassen, welche im Saybuscher Kesselthale nicht zurück bleiben, werden durch die einheitlich gestaltete Flußstrecke unterhalb der Lenkawkamündung in den Unterlauf geschoben und lagern sich dort von Neuem ab, vereint mit dem Gerölle, das die Gebirgsbäche dieser Strecke hinzubringen. Dort wiederholt sich dasselbe Spiel; nur verringert sich die Größe der ins Wandern gebrachten und wieder abgelagerten Geschiebe nach unten hin, nicht aber ihre Masse. Sehr beträchtlich nimmt die Menge der feinen Sinkstoffe vom Oberlaufe nach der Mündung hin zu. In die Weichsel gelangen aus der Sola Schotter, grober Sand und Sinkstoffe von sandiger oder thoniger Beschaffenheit.

Da bei Mittelwasser (1871/95 a. P. Oswjencim = 0,09 m) die Abflußmenge an der Mündung etwa 15 cbm/sec mit ungefähr 0,4 m/sec mittlerer Geschwindigkeit beträgt, so war 1887 für diesen Wasserstand die Spiegelbreite des Bettes auf 37,0 m ermittelt worden und sollte sich nach dem Oberlaufe hin bis zu 27 m verringern. Für den neuerdings begonnenen Ausbau sind die Normalbreiten angenommen: auf 28 m in der Strecke bei Cisjec, auf 32 m bei Kobjernice und auf 38 m in der Mündungstrecke. Das natürliche Bett ist meistens bedeutend breiter und wird daher bei gewöhnlichen Wasserständen von den flach eingeschnittenen unstetigen Rinnen nur theilweise benetzt. Das mittlere Niedrigwasser liegt a. P. Oswjencim nur 0,40 m tiefer als das Mittelwasser, das mittlere Hochwasser dagegen 1,55 m, das höchste bekannte Hochwasser (vom 20. Juni 1884) 2,71 m höher. Da die tiefsten Wasserstände in den Sommermonaten 1867/70 a. P. Oswjencim —0,63 m betragen haben, so beläuft sich die größte bekannte Schwankung der Wasserstände an der Mündung auf 3,43 m und an dem unterhalb Porabka befindlichen Pegel zu Kobjernice auf 3,61 m. Beide Schwankungszahlen sind mäßig, weit geringer als im Durchschnitt an den Pegeln des Oberen Weichselgebiets. Der Grund hierfür ist wohl derselbe, welcher auch a. P. Skotschau der Kleinen Weichsel einen ausnahmsweise kleinen Werth für die Schwankungszahl ergiebt. Das Hochwasser kann sich auf dem übermäßig breiten Schotterbett und über dessen niedrige Ufer hinaus weit ausdehnen. Seine Abflußmengen sind aber trotz der verhältnißmäßig geringen Anschwellungshöhe sehr bedeutend; beispielsweise ist die Größtmenge bei Oswjencim für die Juni-Hochfluth von 1884 auf 1210 cbm/sec berechnet worden.

3. Form und Bodenzustände des Flußthals.

Da die durchschnittliche Breite des Solagebiets am Ober- und Mittellaufe nur 24 km beträgt bei etwa 47 km Länge, so fließen die Wassermassen nach starken Niederschlägen aus dem gebirgigen Gelände, das überall ziemlich undurchlässigen Boden besitzt, sehr rasch zusammen. Die strahlenförmige Vereinigung der Quellbäche bewirkt, daß bei Rajcza schnell eine stattliche Fluthwelle entsteht, deren Größtmenge im Saybuscher Kesselthale durch das Hinzutreten der Koszarawawelle bedeutend vermehrt wird. In Folge des starken Gefälles schreitet die Welle mit großer Geschwindigkeit durch den nur 33 km langen Unterlauf, dessen Wasserstände schon vorher von den kleineren Bächen angehoben sind, bis zur Mündung fort, wo der Höchststand noch an demselben Tage einzutreten pflegt, an welchem die Niederschläge gefallen sind. Der kleine, etwa 1 km breite Thalkessel bei Rajcza, in den die Wassermassen von allen Seiten hineinströmen, wird in wenigen Stunden überfluthet. Von da bis oberhalb Milawka ist die Thalsohle zwischen 2- bis 300 m hohen, ziemlich steil abfallenden Bergen etwa 0,5 km breit und großentheils verschottert. Von da bis Cjecina erweitert sich das Thal auf 0,8 bis 1 km Breite und zeigt neben den Schotterfeldern des Flußlaufs höher liegendes, aber zum Theil nicht völlig hochwasserfreies Kulturland mit Ortschaften, deren Ackerländereien an den hier flacher geböschten Berghängen hinauf ziehen. Nur gegenüber dem Erzherzoglichen Hüttenwerke oberhalb Cjecina erhebt sich links vom Solaufer ein steiler bewaldeter Bergrücken auf 250 m Höhe über die Sohle. Nunmehr öffnet sich der große Thalkessel von Saybusch, an dessen östlichem Rande der Fluß sein eigentliches Thal von durchschnittlich 1,3 km Breite ausgenagt hat und oberhalb der Stadt Saybusch den Fuß des um 260 m ansteigenden Grojecbergs bespült. Dieses engere Thal, mit Wiesen, Aeckern und Wohnstätten bedeckt, wird von dem seitlich über sein Schotterbett ausbrechenden Flusse oft durch Ueberschwemmung, Verschotterung und Uferabbruch geschädigt.

An der Lenkawkamündung verläßt die Sola den Saybuscher Kessel und durchfließt bis Porabka ein schmales Thal, das mehrfach nur Raum für Fluß und Landstraße läßt, zwischen 3- bis 500 m hohen, meist bewaldeten Berglehnen. Wo die Sohle sich etwas erweitert, reicht das Kulturland bis hart an die hohen Flußufer. Bei Porabka beginnen wiederum die Schotterfelder und Verästelungen des Flusses. Das zuweilen über 1 km breite Ueberschwemmungsgebiet ist hier, im Gegensatze zu dem meist kahlen Schotterbett des Ober- und Mittellaufs, wegen der reichlicheren Sinkstoffführung mit üppigem Weidengebüsche bewachsen, das zur Korbflechterei ausgebeutet wird. Die Thalsohle selbst hat am Unterlaufe meist 3 km Breite, so daß sich Anfangs zur Linken, dann zur Rechten und schließlich zu beiden Seiten der Sola eine großentheils hochwasserfreie Niederung ausdehnt, deren fruchtbarer Lehm- und Schlickboden auf Schotteruntergrund lagert. Bloß auf der letzten Strecke im Flachlande (etwa von Grojec ab) wird der Sandgehalt des Bodens größer, und der Untergrund besteht gewöhnlich aus grobem Sand oder sehr sandigem Lehm. Nur ausnahmsweise ist das Ueberschwemmungsgebiet durch Steilränder begrenzt (besonders links unterhalb der

Hecznarowkamündung) oder durch Dämme von Fischteichen künstlich eingeschränkt. Meist ziehen sich im breiten Thale parallel mit dem Flusse andere Wasserläufe hin: Nebenbäche, Mühlgräben und Speisegräben für die Fischteiche, namentlich von Kenty bis unterhalb Grojec an der rechten Thalseite auf 15 km Thallänge der Roczynkabach. Bei Grojec vereinigt sich das Solathal mit dem Thale der Weichsel. Daß die Fischteiche auf der Landzunge zwischen beiden Flüssen zur Linken der Sola mit Wasser aus diesem Flusse gespeist werden, welches nach der Kleinen Weichsel abgeführt wird, ist bereits auf S. 186 erwähnt worden.

II. Abflußvorgang.

Die Sola hat alle Eigenschaften eines schnell und heftig erregbaren Gebirgsflusses. In den Wintermonaten, in denen das Gebirge kaum jemals von Platzregen überschüttet wird, ist ihre Wasserführung fast durchweg ziemlich bescheiden. Eine durchgreifende Wandlung darin bringt erst der März, dessen Mittelwasser sich in Folge der Schneeschmelze um einige Dezimeter über die Mittelwasserhöhe des Jahres erhebt. Die Monate Mai, Juni, Juli und August haben dann zwar im Ganzen wesentlich niedrigere Wasserstände; um so häufiger wird dafür aber in diesen Monaten die friedliche Wasserführung des Flusses durch unvermuthete Ueberschwemmungen unterbrochen, die in Folge plötzlicher Gußregen die Flußniederung weithin mit Wasser überdecken.

Daß die Eigenschaften der Sola als Gebirgsfluß in den Wasserstandsbeobachtungen nicht noch wesentlich deutlicher zu Tage treten, wird bewirkt durch die große Breite des Ueberschwemmungsgebiets an den beiden Pegelstellen, für welche längere Beobachtungsreihen vorliegen, Kobjernice und Oswjencim. Bei beiden ist die bisher beobachtete Schwankung des Wasserspiegels im Vergleich zu den meisten Pegelstellen der galizischen Gebirgsflüsse ziemlich klein. Für beide sind die Beobachtungen vom 1. Januar 1867 ab regelmäßig und nahezu lückenlos veröffentlicht. Ein Anschluß ihrer Pegelnullpunkte an die Landesaufnahme hat noch nicht stattgefunden. Im Jahre 1887 trat Saybusch als dritte Pegelstelle hinzu; jedoch betrachten wir nur jene beiden längeren Reihen näher. Alle Mittelwerthe, deren Monatsbeträge in Abb. 14 und 15 dargestellt sind, beziehen sich auf den 25-jährigen Zeitraum 1871/95, die äußersten Wasserstände dagegen auf 1867/96, während für die Zusammenstellungen im Tabellenbande der strengeren Vergleichbarkeit wegen auch die Grenzwasserstände nur dem 25-jährigen Zeitraum entnommen sind.

Die Gesammtschwankung ergiebt sich also für Kobjernice zu 3,61 m, für Oswjencim zu 3,43 m. Ein wichtiges Kennzeichen für den Gebirgsfluß ist darin zu erblicken, daß die mittlere Schwankung des Wasserspiegels im Sommer größer ist als im Winter, obschon die Werthe des Mittelwassers für beide Jahreshälften sich bei Oswjencim gar nicht, bei Kobjernice aber nur unbedeutend von einander unterscheiden. Auch das mittlere Niedrigwasser ist in beiden Jahreshälften nahezu gleich groß. Es sind also allein die höheren Wasserstände, die

im Sommer eine größere Ausschlagsweite des Wasserspiegels herbeiführen als im Winter, und zwar übersteigt die sommerliche Schwankung diejenige der anderen Jahreshälfte um 0,3 bis 0,4 m.

Trotz dieses Ueberwiegens des sommerlichen mittleren Hochwassers könnten die größeren Anschwellungen während der wärmeren Jahreszeit doch seltener

1871/95	Kobjernice			Oswjencim		
	MNW m	MW m	MHW m	MNW m	MW m	MHW m
November	—0,43	—0,19	0,26	—0,14	0,02	0,40
Dezember	—0,45	—0,22	0,34	—0,16	—0,01	0,43
Januar	—0,44	—0,24	0,25	—0,20	—0,04	0,43
Februar	—0,36	—0,17	0,31	—0,15	0,02	0,55
März	—0,35	**0,12**	**0,87**	—0,10	0,26	**0,94**
April	—**0,22**	0,10	0,56	**0,04**	**0,28**	0,69
Mai	—0,34	0,01	0,66	—0,04	0,23	0,81
Juni	—0,38	—0,02	0,71	—0,12	0,17	0,93
Juli	—0,42	—0,10	0,69	—0,16	0,11	0,84
August	—0,42	—0,09	0,67	—0,18	0,06	0,76
September	—0,45	—0,19	0,45	—0,19	—0,02	0,54
Oktober	—0,46	—0,17	0,33	—0,16	0,02	0,46
Winter	—0,58	—0,10	1,05	—0,25	0,09	1,19
Sommer	—0,59	—0,09	1,34	—0,27	0,09	1,54
Jahr	—0,67	—0,10	1,50	—0,31	0,09	1,64
1867/96 Tiefststand .	—1,00 m Winter 1891/92			—0,63 m Sommer 1867, 68, 70		
1867/96 Höchststand .	2,61 m 18. August 1872			2,80 m 20. Juni 1884		

1871/95	Winter			Sommer			Jahr			
	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	HHW-NNW m
Kobjernice .	0,48	1,15	1,63	0,50	1,43	1,93	0,57	1,60	2,17	3,61
Oswjenim .	0,34	1,10	1,44	0,36	1,45	1,81	0,40	1,55	1,95	3,43

Abb. 14.

Kobjernice (1871/95)

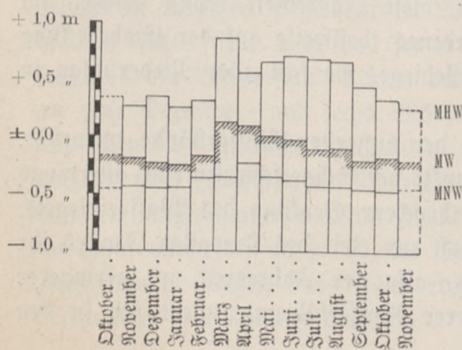
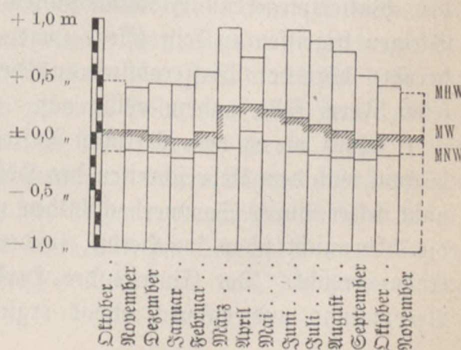


Abb. 15.

Oswjencim (1871/95)



bleiben als die Jahr für Jahr wiederkehrenden Schmelzwasserfluthen, indem die geringere Anzahl der sommerlichen Erhebungen durch die um so größere Erhebung derselben wieder wett gemacht würde. Allein das Ueberwiegen der sommerlichen Anschwellungen im langjährigen Mittel kommt nicht auf diese Weise zu Stande; vielmehr ist auch die Anzahl der einzelnen Jahre, in denen die sommerliche Schwankung größer war als die winterliche, ungefähr doppelt so groß als für das entgegengesetzte Verhältniß.

Die Vertheilung der Jahreshöchststände auf die einzelnen Monate stimmt hiermit durchaus überein. Rechnet man beide Pegelstellen zusammen, so fallen, wie die beigefügte Tabelle zeigt, 70% der Höchststände auf den Sommer und

Prozentzahlen für 1871/95 der	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Höchststände .	0	4	2	2	**18**	4	14	16	16	8	10	6	30	70	100
Tiefststände .	8	10	**13**	8	7	3	4	6	11	9	10	11	49	51	100

nur 30% auf den Winter. Den größten Antheil an ersteren haben die Monate Mai bis Juli mit insgesammt 46%, während auf die Monate August bis Oktober nur noch 24% kommen; der Jahreshöchststand trat niemals im November und nur ganz ausnahmsweise in den Monaten Dezember bis Februar ein. So weit aber auch das Winterhalbjahr als Ganzes dem Sommer in dieser Beziehung nachsteht, fällt der Höchststand in Folge der Regelmäßigkeit, mit der sich zum Beginne des Frühjahrs mittelhohe Anschwellungen einzustellen pflegen, doch häufiger als irgend einem anderen Monat dem März zu.

Die Vertheilung der Tiefststände ist gleichmäßiger; nur die Monate April und Mai, in denen die Schneeschmelze noch nachwirkt und die neu fallenden Niederschläge wegen der Sättigung des Bodens mit Thauwasser zu besonders hohem Bruchtheil abrinnen müssen, hatten den niedrigsten Wasserstand des Jahres in einer sehr geringen Anzahl von Fällen (zusammen 7%). Die größte Häufigkeit der Tiefststände ist im Januar zu finden, und zwar steht diese Erscheinung, wie sich unten noch näher erweisen wird, mit der gesammten Vertheilung der Wasserstände auf die verschiedenen Pegelhöhen in Zusammenhang. Die Einwirkung des Gebirges zeigt sich in diesem Punkte besonders stark; denn während der Wasserspiegel in Flachlandflüssen um diese Jahreszeit längst wieder im Steigen begriffen zu sein pflegt (was allerdings theilweise auf der Eisbedeckung beruht), hört der Wasserabfluß aus dem Gebirge, wo fast aller Niederschlag in fester Form fällt, nahezu völlig auf.

Ganz wie es dem zeitlichen Auftreten der äußersten Wasserstände entspricht, beginnt nach dem Ueberschreiten des Höhepunkts der Schneeschmelze eine allerdings nicht selten durch Sommerhochfluthen unterbrochene Senkung des Wasserspiegels, die aber nicht schon im Herbst, sondern erst zur Zeit des strengsten Frostes ihr Ende erreicht. Der Eintritt des Herbstes, also der Jahreszeit mit geringerer Verdunstung und dadurch etwas ergiebigerer Wasserführung, giebt sich in den

Werthen für das Mittelwasser und mittlere Niedrigwasser vielmehr nur darin kund, daß ihr Abstieg theils sich wesentlich verzögert, theils auch in ein vorübergehendes Emporsteigen umschlägt. Doch sind zwischen den Monaten September bis Januar überhaupt nur ziemlich geringfügige Unterschiede vorhanden.

Die Zahlenreihen für das mittlere Hochwasser verlaufen wesentlich anders. Auf den Höchstwerth im März folgt sehr bald ein zweiter, der durch die jähen Anschwellungen bedingt wird, denen der Fluß bei starken Regenfällen im Hochsommer stets ausgesetzt ist. Daß dieser Höchstwerth gerade dem Juni angehört, ist bloßer Zufall; bei einer größeren Zahl von Beobachtungsjahren würde er vielleicht ebenso wie der entsprechende Werth für den Weichselstrom bei Krakau auf den Juli rücken, vielleicht aber auch für die Monate Juni bis August nahezu gleich hoch ausfallen.

Oben wurde bereits hervorgehoben, daß die sommerlichen Hochwasser weit bedeutender sind als die Anschwellungen um die Zeit des Frühjahrs. Nur ist (namentlich bei der Betrachtung der Abbildungen) zu berücksichtigen, daß die größeren Sommerhochfluthen, die selten ganz ausbleiben, bald in diesem, bald in jenem Monate eintreten, so daß die Werthe für das mittlere Hochwasser der einzelnen Monate ihre Höhe naturgemäß nicht unmittelbar zum Ausdruck bringen, sondern hier nur der mittlere Höchststand der ganzen Jahreszeit das Entscheidende sein kann. Für den September besitzt das mittlere Hochwasser einen wesentlich kleineren Werth als für den August, obgleich auch im September zuweilen noch heftigere Hochwasser auftreten. So sind z. B. unter den 300 Monaten des Zeitraums 1871/95 im Ganzen nur 12, in denen das mittlere Hochwasser des Jahres bei Oswjencim überschritten wurde, und von diesen Fällen kommen zwei auf den September, ebenso viele wie auf den Mai, Juli und August; bloß im Juni erhöht die Zahl sich zufällig auf drei. Für den verhältnißmäßig zahmen Verlauf der Frühjahrshochwasser ist es bezeichnend, daß sie jene Grenze niemals überschritten haben. Der einzige zur Zeit der Schneeschmelze (im Februar) vorgekommene höhere Wasserstand scheint, da weder für Kobjernice, noch für die Pegelstellen der Nachbarflüsse eine entsprechend hohe Fluthwelle verzeichnet ist, seinen Grund in rein örtlichen Verhältnissen gehabt zu haben, vielleicht in einer Eisversetzung. Der März aber beginnt als Hochwassermonat überhaupt erst mitzuzählen, wenn man eine niedrigere Pegelhöhe zu Grunde legt, z. B. 1,40 m a. P. Oswjencim.

Aus der im Tabellenbande mitgetheilten Zusammenstellung der Häufigkeitszahlen für diese Pegelstelle ist zu ersehen, daß auch die Erreichung der letztgenannten mäßigen Pegelhöhe im Winter noch immer ein seltener Ausnahmefall bleibt. Denn sieht man von jenem einen hohen Wasserstande im Februar ab, so erhob der Wasserstand sich in den 25 Wintern des Zeitraumes 1871/95 nur an zwei Dezember- und sechs Märztagen zu einer Höhe von mindestens 1,40 m, und schon die Pegelhöhe von 1,60 m bildet die obere Grenze der in diesen Fällen verzeichneten Höchststände. Während des Sommers kamen dagegen Wasserstände von der angenommenen Mindesthöhe an 36 Tagen vor, nämlich im Mai an 7, im Juni und Juli an je 10, im August an 5 und im September an 4 Tagen. Insgesammt machen diese Fälle etwa 0,9% aller Tage aus, die zu den hier betrachteten 5 Monaten gehören.

Bezüglich der tieferen Wasserstände bestehen keine ähnlich durchgreifenden Unterschiede zwischen beiden Halbjahren, falls man nicht auf die einzelnen Monate eingeht. Ebenso wie die in beiden Halbjahren beobachteten äußersten Tiefstſtände, ferner die Werthe für das mittlere Niedrigwasser, sowie die Beträge für das Mittelwasser einander nahezu oder gar völlig gleich sind, ist auch die Gesammtzahl der Wasserstände, die unter einer bestimmten Grenze verblieben, bis weit über das Mittelwasser hinauf in beiden Jahreshälften ziemlich dieselbe. So lagen z. B. unter Pegelnull im Winter 41, im Sommer 39 %, unter 0,2 m im Winter 68, im Sommer 69 %, unter 0,4 m entsprechend 84 und 85 % aller jahreszeitlichen Wasserstände. Auf größere Pegelhöhe darf man die Betrachtung in dieser Form naturgemäß nicht ausdehnen, da die Wasserstände hier zu selten werden, als daß sich in den entsprechend berechneten prozentischen Gesammtzahlen überhaupt noch merkliche Unterschiede zeigen könnten. Dagegen ergiebt sich im Einklang mit den Ausführungen über die höheren Wasserstände, daß schon die Pegelhöhe von 1,0 m im Sommer mehr als doppelt so oft erreicht oder überschritten ward wie im Winter.

Die nachfolgende kleine Tabelle zeigt, wie sich der am häufigsten auftretende Wasserstand oder Scheitelwerth SW, sowie der gewöhnliche Wasserstand GW in die übrigen Hauptzahlen einfügen. Auch der gewöhnliche Wasserstand liegt hiernach

Oswjencim 1871/95	NNW m	MNW m	SW m	GW m	MW m	MHW m	HHW m
Winter . . .	— 0,50	— 0,25	— 0,01	0,07	0,09	1,19	2,50
Sommer . .	— 0,50	— 0,27	0,06	0,07	0,09	1,54	2,80
Jahr	— 0,50	— 0,31	0,04	0,07	0,09	1,64	2,80

in beiden Halbjahren gleich hoch, nämlich 2 cm unter dem Mittelwasser, und nur im Winter ist der Häufigkeits-Scheitelwerth (SW) wesentlich tiefer anzutreffen. — Am seltensten treten die tieferen Wasserstände im April auf, in welchem nur etwa 14 % derselben unter Pegelnull sinken. Am häufigsten hat dagegen der Januar Kleinwasser (63 % unter Pegelnull). Beides stimmt mit dem Verlauf des mittleren Niedrigwassers von Monat zu Monat überein.

Die Reihe für die Pegelstelle Kobjernice würde für eine derartige Betrachtung der Vertheilung der Wasserstände nach ihrer Höhe weniger geeignet gewesen sein, da hier eine dauernde, und zwar erhebliche Senkung der Wasserstände vor sich gegangen ist, welche den Verlauf der Häufigkeitszahlen jedenfalls trüben müßte:

MW	1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
Kobjernice (m)	0,21	0,12	— 0,21	— 0,28	— 0,31
Oswjencim (m)	0,12	0,09	0,10	0,08	0,07

Bei Oswjencim blieb der Wasserspiegel also fast völlig unverändert, während er bei Kobjernice in 20 Jahren um einen halben Meter sank. Da auch die Werthe für das mittlere Niedrig- und mittlere Hochwasser um fast genau denselben Betrag gesunken sind, so hat allem Anscheine nach eine Tieferlegung des ganzen Flußbettes durch Auswaschung stattgefunden.

Betreffs der von der Sola geführten Wassermengen ist man auf einige Messungen angewiesen, die im Spätsommer 1884 bei ziemlich niedrigen Wasser-

ständen und im Oktober 1885 bei 0,27 m a. P. Oswjencim (23,3 cbm/sec) mit hydrometrischem Flügel an den unten genannten Stellen ausgeführt wurden. Nach bekannten Formeln fand eine Umrechnung der 1884 gewonnenen Ergebnisse auf das Mittelwasser von 1867/84 statt, das bei Oswjencim auf 0,08 m liegt, also nur 0,01 m unter dem 25-jährigen Mittelwerth. Für Kobjernice ist wegen der Senkung des Flußbettes eine solche Vergleichung nicht zulässig. Wie sich aus folgender Zusammenstellung ergiebt, wäre die dem Mittelwasser entsprechende sekundliche Abflußzahl auf etwa 11 l/qkm anzunehmen.

Meßstelle	Niederschlagsgebiet	Mittlere Geschwindigkeit	Wassermenge	Sekundliche Abflußzahl
Porabka	rund 1090 qkm	0,56 m/sec	12,5 cbm/sec	11,5 l/qkm
Lenki	„ 1270 „	0,46 „	14,6 „	11,5 „
Oswjencim	„ 1380 „	0,42 „	15,1 „	10,9 „

Als höchste Abflußmenge beim Hochwasser im Juni 1884 ergab die Rechnung für Porabka 1129 cbm/sec (1,04 cbm/qkm), für Oswjencim 1210 cbm/sec (0,88 cbm/qkm). Letztere beiden Zahlen betragen etwa das 160-fache der Wassermenge von 7,4 cbm/sec (5,4 l/qkm), die bei mittlerem Niedrigwasser an der Pegelstelle Oswjencim vorüberfließen soll. Die Bezeichnung „mittleres Niedrigwasser“ bezieht sich hierbei aber auf einen höheren Wasserstand, als er auf S. 345 für die 25-jährige Reihe mitgetheilt ist. Dem dort angegebenen Werthe von —0,31 m a. P. Oswjencim entspricht jedenfalls eine geringere Wassermenge und kleinere Abflußzahl.

III. Wasserwirthschaft.

Die Sola gehört nicht zu den Flüssen, für deren Ausbau die Reichsverwaltung zu sorgen hat, soll aber unter Leitung der staatlichen Wasserbaubeamten auf gemeinschaftliche Kosten des Reichs und des Kronlandes Galizien von Miluwka bis zur Mündung binnen 18 Jahren, beginnend mit 1898, planmäßig ausgebaut werden (vergl. S. 264). Die Flößerei, welche früher bei höheren Wasserständen bis nach Oswjencim betrieben wurde, wo das angeflößte Rundholz auf die Eisenbahn überging, hat bedeutend abgenommen, seitdem das obere Solagebiet durch Schienenwege dem Verkehre besser erschlossen ist. Indessen besitzt die Erzherzogliche Güterdirektion in Saybusch noch Konzessionen zur Trift von Brennholz in gebundenem und ungebundenem Zustande auf der Sola und ihren Nebenbächen im Saybuscher Bezirke, sowie auf der Koszarawa und ihren Nebenbächen bis zur Eisenhütte bei Sporysz oberhalb Saybusch, ein anderer Unternehmer die Konzession zur Brennholztrift auf den Gebirgsbächen bei Rajcza. Der ausgedehnte Holzlagerplatz neben dem Wehre der Erzherzoglichen Eisenhütte bei Wegjerski-gorka oberhalb Cjecina spricht dafür, daß die Holztrift im Oberlaufe noch lebhaft ausgeübt wird.

Bis vor einigen Jahren beschränkten sich die an der Sola hergestellten Flußbauten auf vereinzelte, von den Gutsherrschaften, Gemeinden und Bauern

zum Schutze ihrer Grundstücke planlos hergestellten Werke, sowie auf die an den Straßen- und Eisenbahnbrücken vorgenommenen Bauten, welche wenigstens an diesen Stellen dem Flusse ein festes Bett zu schaffen bestimmt waren, nicht immer mit dem gewünschten Erfolge. Die beiden Brücken der Eisenbahnlinie Csacza—Saybusch bei MilUwka und unterhalb Czecina lassen etwa 40 und 60 m Weite für den Durchfluß frei, die Brücke der Eisenbahnlinie Bielitz—Podgurze bei Kenty 104 m, die Brücke der Eisenbahnlinie Oderberg—Krakau bei Oswjencim nahe an der Mündung 120 m.

Durch den kürzlich begonnenen Ausbau der Sola von Milnwka bis zur Mündung soll, außer dem Schutze gegen Uferabbrüche und einer Verminderung der Ueberschwemmungsschäden, auch die Flößbarkeit verbessert werden. Zunächst wurde damit begonnen, auf größeren Strecken bei Cisjec und Czecina einen einheitlichen Flußschlauch durch Parallelwerke aus Schüttsteinen in Höhe des sogenannten Normalwassers, das bei den Sola-Pegelstellen nur wenig unter Mittelwasser liegt, abzugrenzen und die Seitenrinnen mit ebenso hohen Sperrwerken abzuschneiden. Wenn sich der Flußschlauch durch Ausspülung allmählich vertieft, werden die Schüttsteinwerke besser geordnet und abgepflastert, die Anlandungen hinter denselben und in den Altläufen mit Weiden bepflanzt, die allerdings in dem groben Schotter meist schlecht anwachsen. Die Werke erhalten eine geringere Kronenhöhe wie gewöhnlich (vergl. S. 259), da auf eine baldige Vertiefung der Sohle und Senkung des Wasserspiegels zu rechnen ist. Bei der gewählten Höhenlage erzielt man, daß jede einigermaßen beträchtliche Anschwellung die Werkskronen überströmen und Anlandungen hinter den Werken erzeugen kann. Durch den mäßigen Abstand der Parallelwerke (28 bis 38 m) will man dem Mißstande vorbeugen, daß sich bei Kleinwasser neue Ablagerungen im künstlich hergestellten Flußschlauche bilden. Dieses Verfahren hält also die Stromrinne fest, ohne die Ueberschwemmung zu verhindern; es schützt gegen willkürliche Verlegungen der Strömung, Abbrüche und neue Schotterbildung, ohne die Zugänglichkeit zu den Ablagerungsplätzen des von oben zugeführten Schotters zu gefährden. Da das Verfahren sich bisher gut bewährt hat, soll nach dem gleichen Grundsatze der ganze Flußlauf, soweit er eines Ausbaues bedarf, allmählich ausgebaut werden.

Die im Oberlaufe vorhandenen Stauwerke der Erzherzoglichen Güterdirektion in Saybusch sind sorgfältig in Stein hergestellte feste Wehre von genügender Länge zur Abführung des Hochwassers ohne nachtheiligen Aufstau, außerdem mit Freischleusen versehen, um die Ableitung nach den Werksgräben regeln zu können, wobei Rücksicht auf sicheren Schutz gegen eine Ablenkung des Hochwasserstroms in diese Gräben genommen ist. Im Unterlaufe liegen noch mehrere Strauchwehre von einfachster Bauart, die bei jeder Hochfluth beschädigt und dann nur nothdürftig wieder hergestellt werden. Auch diese wirken nicht als Abflußhindernisse, weil das Hochwasser sie ohne Nachtheile umströmen kann. Andererseits fehlt ihnen die vortheilhafte Wirkung der gut gebauten Stauanlagen des Oberlaufs, welche als Festpunkte für das Längengefälle des Flußlaufs dienen und eine übermäßige Erosion des Bettes verhüten.

———※———

2. Abtheilung. 6. Kapitel.

Die Skawa.

I. Flußlauf und Flußthal.

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Die Skawa entsteht bei Spytkowice am nordöstlichen Hange der Lysagura aus dem Zusammenflusse mehrerer Bäche, von denen als Hauptquellbach derjenige angenommen wird, der zwischen einer + 805 und einer + 826 m hohen Kuppe des Hauptkammes auf + 780 m entspringt. Er vereinigt sich innerhalb jenes Dorfes mit dem vom Beskidpasse kommenden Wsiowybache und am Anfange des Dorfes Skawa mit dem Pozegabache. Dabei hält die Skawa mit zweimaligem knieförmigem Richtungswechsel nordöstlichen Lauf ein, biegt aber schon innerhalb der gleichnamigen lang gestreckten Ortschaft, wo die Transversalbahn aus dem nur 1,4 km entfernten Rabathale herüber kommt, scharf nach Nordnordwest und bald nach Nordwesten um. Von Osjelec ab fließt die Skawa in einem ziemlich breiten Thalgrunde, welcher in das länglich geformte kleine Kesselthal von Makuw ausmündet, und nimmt dort die Skawica auf. Nachdem nun alle vom Hauptkamme der Westbeskiden stammenden Gewässer zusammengeflossen sind, verfolgt die Skawa bis Sucha westliche und alsdann nordnordwestliche Richtung bis zum Austritt aus dem Gebirgslande bei Jaroszowice oberhalb der Bezirkshauptstadt Wadowice. Im Hügellande ist der Lauf gegen Nordnordwest gerichtet, und erst bei Zator, wo der Fluß das flache Weichselthal erreicht, wendet er sich gegen Norden. Als Oberlauf kann man die Strecke von der Pozegabach- bis zur Skawicamündung annehmen, als Mittellauf den Rest der Gebirgsstrecke, als Unterlauf die Strecke von Jaroszowice bis zur Mündung. Die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse der bezeichneten Strecken ergeben sich aus der auf folgender Seite befindlichen Tabelle.

Bei der sehr großen Entwicklung des Quellbachs und des Oberlaufs kommen hauptsächlich die bedeutenden Richtungsänderungen in Betracht, bei der gleichmäßigen Entwicklung der unteren Flußstrecken am Mittellaufe namentlich die kleineren Krümmungen des Thals, am Unterlaufe diejenigen des Flußlaufs in dem sanft gewundenen breiten Thalgrunde. Die Verlegung der Einmündung

in die Weichsel ist bei der Beschreibung des Stromlaufs erwähnt worden (vergl. S. 212). Die Richtungsänderungen in den oberen Strecken machen sich auch in der großen Entwicklungszahl des ganzen Flusses bemerklich.

Flußstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+m	m	km	‰	1 : x	km	%
	780						
Quellbach (Quelle—Pozegamündung) .		295	8,1	36,4	27	3,5	131,4
	485						
Oberlauf (Pozegamdg.—Skawicamdg.)		114	32,2	3,54	282	17,0	89,4
	371						
Mittellauf (Skawicamdg.—Jaroszowice)		100	30,3	3,30	303	21,3	42,3
	271						
Unterlauf (Jaroszowice—Mündung) .		53	27,8	1,91	525	19,5	42,6
	218						
Im Ganzen	—	562	98,4	5,71	175	57,8	70,2

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Flußbetts.

Der Quellbach und der Oberlauf bis Osjelec haben ein einheitliches Bett. In der unteren Strecke des Oberlaufs beginnen aber schon die Spaltungen in einzelne Rinnen, welche im Makuwer Kesselthale stellenweise zur vollständigen Verästelung führen, ebenso auch an verschiedenen Stellen des Mittellaufs, namentlich aber beim Unterlaufe. Das Gefälle des Quellbachs ist in der obersten Strecke reißend, ermäßigt sich jedoch an der Vereinigungstelle mit dem aus geringerer Höhe kommenden Wsiowybache bedeutend und bleibt auch ziemlich gering auf der obersten Strecke des Oberlaufs, wo Skawa und Raba dicht neben einander fließen. In der mittleren Strecke des Oberlaufs wächst das Gefälle wieder bis zu 5,2‰ unterhalb der Bystramündung, von welcher ab eine ziemlich regelmäßige Abnahme stattfindet. Im Mittellaufe beträgt es 2,5 bis 4, im Unterlaufe 1,2 bis 2,5‰, behält also bis zur Mündung hin noch beträchtliche Größe.

Oberhalb Osjelec wird das Bett von ziemlich hohen Ufern eingefaßt und besitzt meist ausreichende Breite. Abwärts von jenem Orte ist es durch die von den schotterreichen Nebenbächen herbeigetragenen Geschiebe verflacht, übermäßig breit und mit sehr niedrigen Ufern begrenzt, die manchmal nicht zu erkennen sind, namentlich im Makuwer Kesselthale. Erst jenseits Sucha werden die Ufer wieder höher; mehrfach liegt der Fluß unmittelbar am Thalrande und hat den Fuß der Bergwände angeschnitten. In den Thalerweiterungen und unterhalb der Bachmündungen verflacht sich das Bett und ist mit Schotter angefüllt wie in der letzten Strecke des Oberlaufs. Am Unterlaufe findet ein ähnlicher Wechsel zwischen einem einheitlich ausgebildeten, ziemlich tief in das Gelände eingeschnittenen und einem völlig verflachten, mit Schotterfeldern angefüllten Bett statt. Im Ganzen herrschen die verschotterten Strecken vor. Aber auch wo das Bett zwischen höheren Ufern liegt, besitzt es meistens übermäßige Breite, so daß bei

gewöhnlichen Wasserständen die Rinnsale des fließenden Wassers zwischen den Kiesablagerungen in gespaltener und gewundener Bahn umher irren. Da bei Anschwellungen die Strömung gleichfalls keinen geregelten Weg verfolgt, so werden die aus Schotter mit fruchtbarer Lehmdecke bestehenden Ufer häufig abgebrochen und vom Hochwasser überströmt, das tiefe Furchen in das Seitengelände einreißt. Am Ober- und Mittellaufe bestehen die Ablagerungen aus sehr grobem oder mittelgrobem, am Unterlaufe aus feinem Schotter (Kies), dem viel Sand und Schlick beigemengt ist. In die Weichsel gelangen aus der Skawa als Wanderstoffe Kies und Sand, als Sinkstoffe feiner Sand und Schlick.

Die Abflußmenge bei Mittelwasser (1871/95 = 0,17 m a. P. Zator) beträgt an der Mündung etwa 11,9 cbm/sec, die entsprechende mittlere Geschwindigkeit 0,34 m/sec. Für das größte bekannte Hochwasser, das am 20. Juni 1884 und 7. Juli 1885 bei Zator bis zu 3,50 m a. P. stieg, ist sie auf 933 cbm/sec geschätzt worden. Das mittlere Niedrigwasser liegt bei Zator um 0,42 m tiefer, das mittlere Hochwasser um 2,09 m höher als das Mittelwasser, der kleinste bekannte Wasserstand im November 1874 um 0,78 m tiefer, so daß die größte bekannte Schwankung der Wasserstände bei Zator 4,11 m beträgt, am Pegel zu Wadowice 4,28 m. Auch hier zeigt sich, daß die Höhe der Anschwellungen wegen der großen Breite des Ueberschwemmungsgebiets in mäßigen Grenzen bleibt, wenn sie auch größer ist wie an der Sola oder gar an der Kleinen Weichsel bei Skotschau. Bei Mittelwasser würde eine Spiegelbreite von 41 m an der Mündung, die bis Osjelec auf 23 m abnehmen müßte, genügen. Für den bei Wadowice stattfindenden Ausbau hat man die Spiegelbreite demgemäß auf 38 m angenommen. Die wirklich vorhandene Breite des Bettes ist jedoch überall bedeutend größer.

3. Form und Bodenzustände des Flußthals.

Schon an der unteren Strecke des Quellbachs bildet das Thal eine flach eingesenkte Mulde, die beiderseits mit den zu Spytkowice gehörigen Gehöften, Wiesen und Feldern bedeckt ist, ebenso an der ersten Strecke des Oberlaufs im Dorfe Skawa. Allmählich senkt sich aber das Thal tiefer ein und wird enger, bis unterhalb der Bystramündung kaum noch Platz für den Bahnkörper neben dem Flusse zwischen den um 150 bis 200 m aufsteigenden Bergen bleibt. Von Osjelec bis zur Skawicamündung ist die 0,5 km breite Thalsohle flach und zum Theil verschottert, mehr noch längs des Flußlaufes in dem oberhalb Makuw 1,8 km und von da bis Sucha durchschnittlich 0,7 km breiten, mit ziemlich hohen Bergen eingefaßten Thale. Hier ist das ganze, von fruchtbaren Grundstücken umgebene Hochwasserbett auf 3- bis 400 m Breite vollkommen verschottert und verödet. Das auf dem Schuttkegel des Ksjenzybaches aufgebaute Städtchen Makuw wird von diesem Wildbache öfters schwer geschädigt.

Am Mittellaufe wechseln Einschnürungen bis herab zu 0,3 km mit Erweiterungen bis herauf zu 1 km ab. Die Thalsohle liegt großentheils hochwasserfrei und hat fruchtbaren Boden, soweit die Schotterablagerungen ihn nicht verhüllen. Die 1- bis 200 m hohen Thalwände erheben sich gewöhnlich mit

ziemlich flachen Böschungen, auf denen die meisten Ortschaften liegen, da im Thalgrunde der Raum zu knapp ist; stellenweise sind die Hänge steiler und werden vom Flusse bespült. Bei Jaroszowice beginnt das Hügellandsthal, dessen Sohlenbreite meist über 2 km beträgt, eine wiesenreiche Niederung, in der das mehrere Hundert Meter breite Ueberschwemmungsgebiet meist unmerklich zum hochwasserfreien Gelände übergeht. Gegen das Höhenland setzt sich die Thalsohle vielfach, namentlich auf der linken Seite, mit einem scharf ausgeprägten Rande ab, der an einigen Stellen zugleich das Hochufer der Skawa bildet. Jenseits der Wjeprzowkamündung ist das Flußthal eingesenkt in eine breite Terrasse aus Lößboden, von deren Rand das Städtchen Zator auf die 20 m tiefer ausgedehnte Weichselniederung hinab schaut. Durch die Verschotterung des Flußbetts wird die Vorfluth der niedrigen Wiesen stellenweise arg behindert, so daß sie bruchartige Beschaffenheit angenommen haben. Hiervon abgesehen, zeichnet sich das Thal der Skawa durch fruchtbare, in guter Kultur stehende Aecker und Wiesen aus. Die unterhalb Wadowice befindlichen Fischteiche werden aus den linksseitigen Nebenbächen bespannt und in die Skawa abgeleitet.

II. Abflußvorgang.

Die Querschnittsverhältnisse an den im Folgenden herangezogenen Pegelstellen bringen es mit sich, daß noch schärfer als bei der Sola im Abflußvorgange der Skawa alle Eigenarten des Gebirgsflusses zum Ausdruck kommen. So überwiegt, um gleich ein Hauptkennzeichen hierfür vorweg zu nehmen, die lebhafte Wasserstandsbewegung während des Sommers den mit der Schneeschmelze verbundenen Wasserstandswechsel noch mehr, als dies an den Pegelstellen der Sola zum Ausdruck kommt. Die Hauptzahlen für die Bewegung der Wasserstände, welche theilweise bereits im vorigen Abschnitt Erwähnung gefunden haben, und die monatlichen Mittelwerthe sind in den beiden folgenden Tabellen für die Jahresreihen 1871/95 der Pegel bei Wadowice und Zator mitgetheilt, denen auch die bildlichen Darstellungen in Abb. 16 und 17 entsprechen.

Die Meereshöhe der beiden Pegelnullpunkte ist noch nicht bestimmt. Eine dritte Pegelstelle bei Sucha mußte bei der vergleichenden Zusammenstellung außer Betracht bleiben, da für sie erst seit 1887 Beobachtungen vorliegen. Die Gesammtschwankung beziffert sich bei Wadowice auf 4,28 m und fast ebenso hoch bei Zator, nämlich auf 4,11 m. Diese Zahlen gelten zugleich für den ganzen Zeitraum vom Beginn der Beobachtungen (April 1867) bis zum Schlusse des hydrologischen Jahres 1896, da in den Zeitspannen vor und nach dem Zeitraum 1871/95 keine tieferen und höheren Wasserstände stattgefunden haben als in dem bei Bildung der Mittelwerthe zu Grunde gelegten Vierteljahrhundert. Leider sind die angegebenen Zahlen auch hier nicht streng mit einander vergleichbar. An beiden Pegelstellen hat sich nämlich das Mittelwasser im Laufe der letzten Jahre geändert, jedoch im entgegengesetzten Sinne. Denn während es für die vier Jahrfünfte von 1871 bis 1890 an beiden Pegelstellen nahezu unveränderte

Abb. 16.

Wadowice (1871/95)

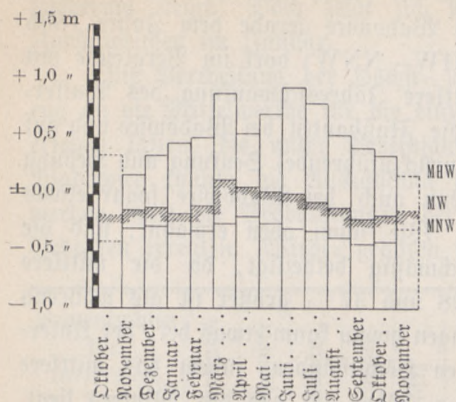
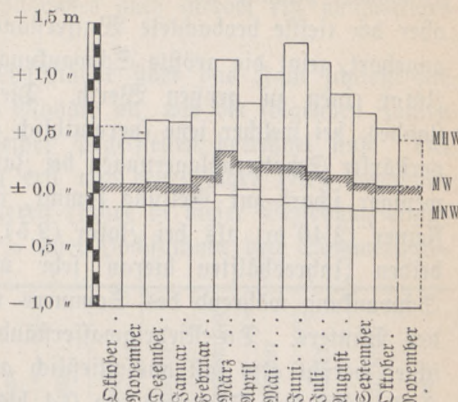


Abb. 17.

Zator (1871/95)



1871/95	Wadowice			Zator		
	MNW m	MW m	MHW m	MNW m	MW m	MHW m
November	—0,30	—0,14	0,17	—0,12	0,08	0,48
Dezember	—0,28	—0,11	0,35	—0,10	0,09	0,64
Januar	—0,35	—0,17	0,45	—0,09	0,08	0,63
Februar	—0,32	—0,10	0,50	—0,08	0,15	0,71
März	—0,26	**0,13**	0,89	—0,01	**0,37**	1,17
April	—**0,19**	0,06	0,53	**0,03**	0,27	0,79
Mai	—0,26	0,02	0,70	—0,05	0,25	1,05
Juni	—0,30	0,01	**0,94**	—0,08	0,25	**1,33**
Juli	—0,32	—0,07	0,80	—0,10	0,19	1,16
August	—0,38	—0,11	0,52	—0,12	0,16	0,87
September	—0,44	—0,22	0,41	—0,14	0,09	0,71
Oktober	—0,42	—0,18	0,35	—0,12	0,08	0,58
Winter	—0,46	—0,06	1,19	—0,19	0,18	1,46
Sommer	—0,56	—0,09	1,56	—0,21	0,17	2,05
Jahr	—0,61	—0,07	1,79	—0,25	0,17	2,26
Beginn bis 1896 { Tiefststand / Höchststand	—1,48 m 12. Oktober 1895 2,80 m 20. Juni 1884			—0,61 m November 1874 3,50 m 20. Juni 1884 und 7. Juli 1885		

1871/95	Winter			Sommer			Jahr			
	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	HHW-NNW m
Wadowice	0,40	1,25	1,65	0,47	1,65	2,12	0,54	1,86	2,40	4,28
Zator	0,37	1,28	1,65	0,38	1,88	2,26	0,42	2,09	2,51	4,11

Werthe zeigt, die sich bei Wadowice zwischen 0,00 und 0,09 m, bei Zator zwischen 0,11 und 0,19 m bewegen, senkt es sich für das Jahrfünft 1891/95 bei Wadowice plötzlich auf —0,50 m und steigt bei Zator auf 0,34 m. Da nun aber der tiefste beobachtete Wasserstand bei Wadowice gerade dem Jahre 1895 angehört, zeigt die größte Schwankung (HHW—NNW) dort im Vergleiche mit Zator einen zu großen Werth. Die mittlere Jahresschwankung des Wasserstandes, bei welcher jene (vermuthlich auf die Flußbauten bei Wadowice und auf verstärkte Schotterablagerungen bei Zator zurückzuführende) Senkung und Hebung weniger scharf zur Geltung kommt, ist denn auch bei Wadowice sogar etwas kleiner (2,40 m) als bei Zator (2,51 m). Wie schon oben erwähnt, sind die beiden Jahreshälften hieran sehr ungleichmäßig betheiligt, da die mittlere Schwankung während des Sommers um 28 und 37 % größer ist als während des Winters. Die Niedrigwasserstände tragen hierzu kaum etwas bei; der Unterschied beruht also fast ausschließlich auf den Höchstständen, indem das mittlere Hochwasser des Sommers um 0,4 bis 0,6 m höher als das des Winters liegt.

Ob die sommerlichen Hochfluthen einen bestimmten Monat bevorzugen, läßt sich noch nicht entscheiden. In dem 25-jährigen Zeitraum 1871/95 behauptet hierin auch bei der Skawa der Juni den Vorrang, dessen mittleres Hochwasser sich sogar über das des März erhebt, obschon letzteres sich dem MHW des Winters bis auf 0,3 m nähert, während der entsprechende Werth für den Juni trotz seiner Mehrgröße um 0,6 bis 0,7 m unter dem MHW des Sommerhalbjahres zurückbleibt. Nicht die Zahlen für die einzelnen Monate, sondern erst für die Jahreshälften bringen also, wie dies auch schon bei der Sola hervorgehoben ist, die vorherrschende Bedeutung der Sommerhochfluthen zum vollen Ausdruck. Abgesehen von der größeren Höhe der sommerlichen Hochwasserstände, mit welcher alle Unterschiede zwischen den einzelnen Monaten in entsprechendem Verhältniß wachsen, kommt zur Erklärung jener Erscheinung noch in Betracht, daß der März unter den Wintermonaten von den hohen Wasserständen häufiger bevorzugt wird als der Juni unter den Sommermonaten. Von den Höchstständen des Winterhalbjahrs entfallen 36 % auf den März, von den Höchstständen des Sommerhalbjahrs nur 28 % auf den Juni, hinter welchem der Juli mit 25 % kaum zurückbleibt.

Die Linien für das mittlere Hochwasser zeigen laut obiger Ausführungen im Kreislaufe des Jahres zwei Höhepunkte, den ersten im März, den zweiten im Hochsommer. Die dazwischen liegenden Einsenkungen fallen auf die Monate April und November; jedoch führt der herbstliche Abstieg beträchtlich tiefer. Kleinere Erregungen des Flusses bleiben indessen auch um diese Jahreszeit nicht ganz aus; denn so niedrig das mittlere Hochwasser des November im Vergleich zu dem der übrigen Monate auch ist, bleibt es doch immer noch 0,2 bis 0,3 m über dem Mittelwasser des Jahres und sogar von dem Mittelwasser des März wird es nicht einmal erreicht. — Das Mittelwasser erleidet vom März bis zum Herbste hin eine dauernde Verminderung; dabei liegt es vom August bis Februar unter dem Jahresmittel, während es dann im März plötzlich um mehrere Dezimeter über dasselbe hinausgeht. Aehnlich wie bei der Sola besitzt der Januar, besonders bei Wadowice, ein etwas geringeres Mittelwasser als die Nachbar-

monate. — Das einfachste, aber auch am wenigsten ausgeprägte Bild bietet das mittlere Niedrigwasser, das unter der Nachwirkung der Schneeschmelze seinen Höchstwerth im April annimmt, dann bis zum September hin fällt, und nun wiederum steigt. Doch zeigt sich bei Wadowice auch hierbei ein nochmaliges Zurückweichen im Januar.

Die Vertheilung der Höchst- und Tiefststände über das Jahr schließt sich eng an die Mittelwerthe für die einzelnen Monate an, wie die folgenden Zahlen ersehen lassen, die unter Vereinigung beider Pegelstellen berechnet sind. Bei Wadowice konnte die Auszählung jedoch erst mit dem Jahre 1876 begonnen werden, weil die Beobachtungen der früheren Jahre in dieser Beziehung einige Bedenken erregten. Wieder gehören fast $^2/_3$ aller Höchststände dem Sommerhalb-

Prozentzahlen für 1871(76)/95 der	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Höchststände .	0	7	4	4	18	4	13	**24**	15	2	7	2	37	63	100
Tiefststände .	13	6,5	6,5	8	3	3	6	8	5	9	14	**18**	40	60	100

jahre an; die höchste Zahl (24%) hat der Juni, dem der März am nächsten steht (18%).*) Wie bei der Sola, so findet sich auch hier die Erscheinung wieder, daß der November, in dem das mittlere Hochwasser seinen niedrigsten Werth annimmt, den Jahres-Höchststand niemals hatte. Auch der Oktober würde einen solchen nicht aufweisen, wenn nicht in einem Jahre einmal sowohl die Schmelzwasserfluth ausgeblieben, wie auch der Sommer ohne größere Anschwellung vorübergegangen und dann gerade im Herbst ein etwas höherer Wasserstand eingetreten wäre. Um so häufiger trifft der Jahres-Tiefststand die Herbstmonate. Auf das Halbjahr von September bis Februar kommen etwa 66% aller Fälle, während in den beiden nächsten Monaten die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten des Jahrestiefststandes naturgemäß am geringsten ist (je 3%).

Obschon die Wasserstandsbewegung von Tag zu Tag im Ganzen einen lebhaften Wechsel zeigt, und zwischen den einzelnen Jahreszeiten dabei große Verschiedenheiten herrschen, haben die winterliche und sommerliche Jahreshälfte doch gerade wie bei der Sola annähernd gleiches Mittelwasser. Und dieser Ausgleich ist dabei nicht erst das Ergebniß eines langjährigen Beobachtungszeitraumes, sondern auch schon in den Fünfjahrsreihen kommen die Mittel der Jahreshälften einander recht nahe, was übrigens ebenso beim mittleren Niedrigwasser der Fall ist. So zeigt denn auch die Häufigkeit der Wasserstände in beiden Jahreshälften

*) Daß die Hochwassererscheinungen des Juni in der betrachteten Jahresreihe nicht nur durch die Zahl, sondern auch durch ihre Höhe hervorragen, ergiebt sich aus dem Vergleiche mit den auf voriger Seite mitgetheilten Angaben über die Vertheilung der Halbjahr-Höchststände (im Winterhalbjahr: März 36%, im Sommerhalbjahr: Juni 28%, Juli 25%). Beim Auszählen der höchsten Wasserstände des ganzen Jahres bleibt nicht nur der März (18%) bedeutend gegen den Juni (24%) zurück, sondern auch der Juli (15%), dessen Halbjahr-Höchststände nicht so oft wie beim Juni gleichzeitig Jahres-Höchststände sind.

einen nahezu gleichen Gang, d. h. bloß so lange man von den allerhöchsten Lagen des Wasserspiegels bei den sommerlichen Hochfluthen absieht, die jedoch nur einen kleinen Bruchtheil aller Wasserstände ausmachen. Im Tabellenbande sind die aus den 25=jährigen Beobachtungen an der Pegelstelle Zator nach Stufen von je 20 cm ermittelten Häufigkeitszahlen für die Monate, Halbjahre und das Jahr als Ganzes mitgetheilt, so daß hier nur die Hauptergebnisse aus diesen Zahlen hervorgehoben zu werden brauchen.

Von einigen wenigen ganz niedrigen Wasserständen abgesehen, besitzen die Wasserstände der unteren Stufen im Sommer eine etwas größere Häufigkeit als im Winter. Doch ist die Gesammtzahl der Wasserstände, von der dies gilt, nicht erheblich, da schon bei — 0,20 m a. P., also etwa beim mittleren Niedrigwasser beider Jahreshälften, die Umkehrung eintritt; unterhalb dieses Werthes liegen aber im Ganzen nur 9 % aller winterlichen und 14 % aller sommerlichen Wasserstände. Bis hinauf zu etwa 1,20 m a. P. behauptet alsdann der Winter ein geringes Uebergewicht in der Anzahl der Wasserstände, und zwar gehören den Zwischenstufen im Winter gegen 90, im Sommer gegen 84 % aller jahreszeitlichen Wasserstände an. Diese zahlreichen mittelhohen Wasserstände sind für den Werth des Mittelwassers naturgemäß in erster Linie bestimmend. Besonders häufig liegt der Wasserspiegel in der Stufe 0,00/0,19 m, die in beiden Jahreshälften mehr als den vierten Theil aller Wasserstände umschließt. Dieser Stufe gehören denn auch, wie die nachfolgende Tabelle zeigt, der am häufigsten

Zator 1871/95	NNW m	MNW m	SW m	GW m	MW m	MHW m	HHW m
Winter . . .	— 0,61	— 0,19	0,07	0,14	0,18	1,46	2,20
Sommer . .	— 0,55	— 0,21	0,08	0,12	0,17	2,05	3,50
Jahr	— 0,61	— 0,25	0,07	0,13	0,17	2,26	3,50

auftretende Wasserstand oder Scheitelwerth (SW), der gewöhnliche Wasserstand (GW) und das Mittelwasser (MW) an, welche drei Größen bei der Skawa für die beiden Jahreshälften fast genau den gleichen Betrag haben wie für das gesammte Jahr. Der gewöhnliche Wasserstand liegt dabei (wie fast ausnahmslos, so auch hier) zwischen den beiden anderen Größen. Mit zunehmender Höhe am Pegel vermindert sich dann die Häufigkeit mehr und mehr; nur noch etwa zwei unter je 1000 zur regelmäßigen Beobachtungstunde verzeichneten Wasserständen überschreiten die Pegelhöhe von 2,20 m, und zwar ausschließlich in der warmen Jahreshälfte, da der im Winter beobachtete Höchststand gerade 2,20 m beträgt. Die sommerlichen Fluthwellen, die sich zu diesen Pegelhöhen erheben, kommen und gehen mit außerordentlicher Geschwindigkeit. Denn wie die im Tabellenbande mitgetheilten Zahlen darthun, haben die 25 Jahre 1871/95 nur an 19 Tagen des Sommers einen Wasserstand in der Mindesthöhe von 2,20 m a. P. gebracht; zu dieser geringen Anzahl von Fällen haben aber 11 Jahre beigesteuert, und nur dreimal kam es in diesen vor, daß mehrere auf einander folgende Tage einen so hohen Wasserstand hatten, nämlich einmal zwei (Juni 1894) und zweimal je drei Tage (August 1872 mit zwei Wellenscheiteln und Juni 1884).

Wie aus den Zahlen im Tabellenbande weiter hervorgeht, weisen auch die Monatsreihen die größte Häufigkeit der Wasserstände überwiegend in derjenigen Stufe auf, der die oben betrachteten Hauptwerthe (SW, GW und MW) angehören. Nur im Dezember stellt sich die größte Häufigkeit schon unter Pegelnull ein, und im März bleibt die Wasserstandsbewegung sogar im Durchschnitt aus den 25 Jahren eine so unruhige, daß hier die Zahlen mehrfach zu- und abnehmen, wobei der Hauptscheitelwerth in die Stufe 0,20/0,39 m hinauf rückt.

Während der Wasserspiegel bei Zator im Winter niemals bis zur Höhe des mittleren Hochwassers des Jahres emporstieg, ist dies bei Wadowice 4-mal geschehen: 2-mal im Februar, je 1-mal im März und April. Da nur in dem Falle, der letzterem Monat angehört, der Fluß an der Pegelstelle schon eisfrei war, so zeigt diese Betrachtung abermals, wie sehr die Schmelzwasserfluthen gegen die durch plötzlichen Regenfall im Sommer entstehenden jähen Hochwasser zurücktreten.

Wassermengen-Ermittlungen sind an der Skawa, soweit bekannt, nur einmal bei den Vorarbeiten für den Ausbau des Flusses vorgenommen worden, nämlich während der Tage vom 3. bis zum 7. Oktober 1885 an den unten genannten Stellen. Der Wasserstand war der Jahreszeit entsprechend ziemlich niedrig. Aehnlich wie bei der Sola hat man aus den Messungen die bei Mittelwasser abfließende Wassermenge herzuleiten gesucht und dabei folgende Werthe erhalten. Die sekundliche Abflußzahl zeigt dabei gegen die Mündung hin eine geringe Abnahme.

Meßstelle	Niederschlagsgebiet	Mittlere Geschwindigkeit	Wassermenge	Sekundliche Abflußzahl
Wadowice	rund 800 qkm	0,41 m/sec	9,0 cbm/sec	11,2 l/qkm
Tomice	„ 900 „	0,31 „	10,0 „	11,1 „
Graboszyce	„ 930 „	0,34 „	10,1 „	10,9 „
Zator	„ 1150 „	0,34 „	11,9 „	10,3 „

Bei der Schätzung der Größtmengen, die bei dem großen Hochwasser im Juni 1884 abflossen, mußte man sich damit behelfen, die sekundliche Abflußzahl für Wadowice etwa gleich groß anzunehmen wie für die Sola bei Porabka, für Zator etwas kleiner als für die Sola bei Oswjencim, weil auch die Raba eine geringere Abflußzahl hat. Die Größtmengen sind demnach geschätzt auf 840 cbm/sec für Wadowice und 933 für Zator; die entsprechenden Abflußzahlen betragen 1,05 und 0,81 cbm/qkm.

III. Wasserwirthschaft.

Die Skawa wurde früher von Osjelec bis Zator, wo eine Holzniederlage bestand, zur Flößerei benutzt, welche allerdings durch die bei Makuw und Zembrzyce am Mittellaufe, bei Radocza und Zator am Unterlaufe vorhandenen Mühlenwehre erschwert war. Jetzt beschränkt sich der Flößereibetrieb fast ausschließlich auf die Trift von Brennholz in gebundenem und ungebundenem Zustand auf der Skawica von Zawoja bis zu dem unweit der Eisenbahnstation Makuw bei Biala befindlichen Holzrechen auf Grund einer Konzession der Erzherzoglichen Güterdirektion in Saybusch.

Von Skawa bis Sucha führt die Transversalbahn an der Skawa entlang, abwechselnd auf dem linken oder rechten Ufer, sodann von Sucha bis Skawce die Eisenbahnlinie nach Podgurze auf dem linken Ufer; dabei ist der Fluß sechsmal überbrückt. Zwei andere Eisenbahnlinien kreuzen ihn bei Wadowice und unterhalb Zator. Auf große Strecken liegt der Ober- und Mittellauf so nahe am Bahnkörper, daß der Eisenbahndamm befestigt und mit Steinsporen gegen den Angriff der Strömung gesichert, der Fluß aber theilweise verlegt werden mußte. Sowohl hier als auch an den Kreuzungstellen der Eisenbahnen und einiger Straßen hat daher die Skawa bereits früher ein einigermaßen geregeltes Bett erhalten. Die übrigen Bauten zur Sicherung der Ufer mit Flechtzäunen oder Strauchbuhnen waren planlos angelegt und brachten im Ganzen mehr Schaden als Nutzen, da sie auf eine feste Lage des Bettes nicht hinwirken konnten.

Neuerdings ist dagegen mit dem planmäßigen Ausbau einer längeren, besonders gefährdeten Strecke am Beginne des Unterlaufs von Jaroszowice bis unterhalb Wadowice begonnen worden. Dabei sind die für sogenannte Konkurrenzstrecken üblichen Grundsätze zur Anwendung gelangt. (Vergl. S. 262/3.) Nach den bisherigen Erfolgen hofft man, daß das neue einheitliche Flußbett in seinen gut befestigten Ufern eine sichere Lage bewahren, von Schotterablagerungen frei bleiben und der Fluthströmung ihre Bahn vorschreiben wird. Auf die Geschiebebewegung wirken die Bauten in doppelter Weise günstig ein, da sie einerseits die schlimmste Quelle der Geschiebebildung durch Verhinderung der Uferabbrüche und Sohlenauskolkungen schließen, andererseits hinter den Werken und in den Altläufen große Massen von Geschieben zur Verlandung bringen. Eine wesentliche Beschleunigung des Hochwasserabflusses ist durch Weiterführung dieser Bauten nicht zu erwarten, da durch die ziemlich niedrige Lage der Werke und der hiervon abhängigen Anlandungen die Ausbreitung des Hochwassers in der bisherigen Weise nicht beeinträchtigt wird. Nur bei kleineren Anschwellungen, die bisher vorzeitig ausuferten, später aber hieran verhindert werden, dürfte die Fluthwelle in Zukunft rascher fortschreiten.

Auf Grund des Gesetzes vom 4. August 1892 sind in einigen Wildbächen des Skawagebietes Verbauungen durch Stein- und Holzsperren, Verlandungs- und Schutzbuhnen, Flechtzaun-Leitwerke, Verflechtungen, Entwässerungen und Aufforstungen ausgeführt worden oder noch in Herstellung begriffen. Das Grundgestein der dabei in Betracht kommenden, ziemlich großen Gebietsfläche besteht aus kalkigem Sandsteine der Tertiärformation, der auf Sandstein der Kreideformation auflagert. Wie auf S. 51 bereits erwähnt, führt namentlich die Bystra nebst ihren Seitenbächen Sidzina, Sidzinka, Glaza-wjelka und Glaza-mala sehr viel Schotter in die Skawa. Außer diesen Bächen werden der Osjelczyk-, Szatani- und Zarnowkabach, welche unterhalb der Bystra in den Hauptfluß münden, in der bezeichneten Weise verbaut, um die von ihnen hinzugebrachten Geröllmassen zurückzuhalten. Ferner erstrecken sich die Verbauungen auf den Ksjenzybach zum Schutze des Städtchens Makuw und auf den Stanaszkowbach, welcher bisher den fruchtbaren Thalgrund unterhalb Makuw verschottert und den von diesem Orte nach Sucha führenden Weg unfahrbar gemacht hat.

2. Abtheilung. 7. Kapitel.

Die Raba.

I. Flußlauf und Flußthal.

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Die Raba entspringt auf + 785 m dicht neben dem Obidowapasse, über welchen die von der Eisenbahnstation Chabuwka kommende Straße nach dem Neumarkter Thalkessel führt, den Besuchern der viel besuchten Sommerfrische Zakopane an der Hohen Tatra wohlbekannt. Bis zur Mündung des Zaklety-bachs beim Dorfe Raba-wyznia fließt sie in vorwiegend nordwestlicher Richtung durch ein schmales Längenthal. Nach Aufnahme dieses an der Hauptwasser-scheide entspringenden Baches ist die Raba im Oberlaufe, Anfangs dicht neben der Skawa, nordöstlich gerichtet bis Mszana-dolna, wo die Mszana von den Gorczbergen her einmündet. Die obere Strecke des Mittellaufs verfolgt das von diesem gefährlichen Wildbache benutzte Thal nordwestwärts weiter bis Stroza, bei welchem Dorfe die Raba rechtwinklig umbiegt in den breiten Thalgrund des Hügellandes. Dieser beginnt bei der Bezirkshauptstadt Myslenice und zieht sich in leicht geschwungenem Laufe gegen Ostnordost bis zu dem unweit Bochnia gelegenen Dorfe Chelm, wo die untere Strecke des Mittellaufes endigt. Der Unterlauf bleibt auf kurze Strecke neben dem östlich streichenden Rande des Hügellandes und verläßt ihn an der Kreuzungstelle der Eisenbahnlinie Krakau—Przemysl, biegt gegen Nord-zu-Ost um und mündet bei Uscje-solne in die Weichsel. Die Verlegung ihrer Mündung in die jetzige Lage hat, gleichzeitig mit einer auf S. 218 u. 253 erwähnten Begradigung des Hauptstromes, 1888 stattgefunden. Ueber die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse der bezeichneten Strecken giebt die Tabelle auf S. 362 Auskunft.

Die ziemlich große Entwicklungszahl für den Quellbach ist hauptsächlich durch Richtungsänderungen bedingt. Für die übrigen Strecken hängt die im Flachlande recht bedeutende Entwicklung vorzugsweise von den Krümmungen des Flußlaufs ab. Auch die große Entwicklung im Ganzen wird in höherem Maße durch diese Schlangenwindungen als durch den mehrfach schroffen Richtungswechsel verursacht. Namentlich unterhalb der Stradomkamündung bis zum Eintritt in die Weichselniederung bei Bogucice beschreibt die Raba zahlreiche große

Flußstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
Quellbach (Quelle—Zakletymündung)	785 525	260	12,0	21,7	46	7,4	62,2
Oberlauf (Zakletymündg.—Mszanamündung)	525 385	140	24,0	5,83	171	17,4	37,9
Mittellauf, obere Strecke (Mszanamündung—Myslenice)	385 280	105	23,0	4,57	219	18,0	27,8
Mittellauf, untere Strecke (Myslenice—Chelm)	280 198	82	41,7	1,97	509	30,0	39,0
Unterlauf (Chelm—Mündung) . . .	198 180	18	41,0	0,439	2280	22,6	81,4
Im Ganzen	—	605	141,7	4,27	234	77,0	84,0

Schleifen beim Uebergange aus dem starken Gefälle des Hügellandflusses in das träge der Flachlandstrecke. Letztere entspricht dem unteren Theile der Kleinen Weichsel von Drahomischl ab, indem sie den Abflußkanal des großen Wildbaches bildet, als welchen man auch die Raba betrachten kann.

Freilich ist ihre Abflußkanalstrecke mehr mit Wanderstoffen belastet als diejenige der Kleinen Weichsel, steht aber doch in scharfem Gegensatz zur vorhergehenden Zone der Geschiebeablagerung. Während diese bei der Skawa und Sola bis an die Mündung reicht, hört sie bei der Raba in der Hauptsache am Ende des Hügellandthales auf. In demselben und im Gebirgsthale bis zum Dorfe Rabka aufwärts liegt der Fluß abwechselnd in ausgesprochenem Ablagerungsgebiete mit großen Schottermassen, unstetigem und gespaltenem Laufe, oder er dient als Sammelkanal der Geschiebe von einer zur anderen Ablagerungsstrecke mit schlankerem, einheitlichem Bette und stärkerem Gefälle. Im Gebirgslande bis Myslenice ist das Durchschnittsgefälle der Raba reichlich so groß wie bei der Skawa und Sola, desgleichen im Hügellande. Während aber diese beiden Gewässer aus dem Hügellande fast unvermittelt in die Weichsel einmünden, legt sich bei der Raba jene Flachlandstrecke dazwischen, in welcher der Flußlauf noch 41 km Länge mit nur 18 m Fallhöhe, also ein verhältnißmäßig geringes Gefälle besitzt.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Flußbetts.

Bis zum Dorfe Rabka ist das Bett ziemlich frei von Schotter und gut geschlossen. Durch den Hinzutritt der geschiebeführenden Nebenbäche, welche von der Gorczberggruppe kommen, nimmt die Verschotterung mehr und mehr zu, bis sie am Anfange des Mittellaufs bei Mszana-dolna und in der folgenden Strecke am größten wird. Die aus grobem Gerölle mit Lehmdecke, nur selten aus Fels bestehenden Ufer, die im Oberlaufe meist ziemlich hoch sind, erniedrigen sich im kleinen Kesselthale und im Mittellaufe, weil das Bett mit Geschieben angefüllt

ist. Sie rücken übermäßig weit auseinander, da das Hochwasser an Breite wieder erobert, was es durch die Verflachung an Tiefe verloren hat. Der grobe Schotter wandert etwa bis Myslenice, wo das breite Thal des Hügellandes beginnt. Schon an der kurz unterhalb dieser Stadt befindlichen Osjeczanyer Brücke zeigt das Schotterbett eine Beimengung von Sand. Weiter abwärts verkleinert sich das Korn des Schotters nach und nach, während im gleichen Maße die Sandmenge zunimmt und an geschützten Stellen Schlickablagerungen liegen. Stellenweise sind auch hier die Schotterfelder sehr breit, die Ufer niedrig und die abfließenden Wassermassen in mehrere Rinnen zerspalten. Gewöhnlich haben die Ufer jedoch solche Höhe, daß sie von den häufig eintretenden Anschwellungen nicht überschritten werden würden, falls die im breiten Bette abgelagerten Kies- und Sandbänke den Abfluß nicht zu sehr behinderten und einen nachtheiligen Stau verursachten. Beim Uebergange in das Flachland hat dagegen die Raba durchweg ein geschlossenes, tief in das Thalgelände eingeschnittenes, hochwandiges Bett. Von der Stradomkamündung ab zuerst einseitig, sodann in der oberen Strecke des Unterlaufs auf beiden Seiten beträgt die Höhe der steilen Ufer über dem gewöhnlichen Wasserspiegel durchschnittlich 4 bis 5 m, in den Gruben der scharfen Krümmungen, welche der Fluß in den Lößboden eingerissen hat, aber vielfach 7 bis 8 m. Die Sohle und die Ablagerungen neben dem Niedrigwasserbett bestehen aus feinem Schotter und Sand; auch in den letzten Flußschleifen, wo auf den flachen Ufervorsprüngen Sand vorwiegt, fehlen einzelne Kiesbänke nicht. In der Weichselebene ist schließlich das Bett nicht tief genug eingeschnitten, um trotz seiner großen Breite das Hochwasser fassen zu können, weshalb die letzte Strecke der Raba auf 11 km Länge beiderseits Deiche erhalten hat.

Nach den 1888/96 vorgenommenen Pegelbeobachtungen beträgt die größte Schwankung zwischen Höchst- und Tiefststand bei Mszana-dolna am Ende des Oberlaufs 2,79 m, bei Droginia in der Mitte der Hügellandstrecke 2,90 m, bei Ksianznice am Ende derselben 3,25 m und bei Proszuwki im Unterlaufe 5,30 m. Wie man sieht, nimmt der Wasserstandswechsel mit dem tieferen Einschneiden des Bettes bedeutend zu, ähnlich wie an der Kleinen Weichsel (Skotschau 2,54 m, Drahomischl 7,01 m). Bei der Betrachtung des Abflußvorganges wird mitgetheilt, daß auf Grund der 1885 ausgeführten Messungen und Berechnungen die Abflußmenge an der Rabamündung für Mittelwasser (2,04 m a. P. Proszuwki) auf 10 cbm/sec, für das große Hochwasser vom Juni 1884 auf 943 cbm/sec ermittelt worden ist. Die diesem Hochwasser entsprechende Pegelhöhe dürfte mindestens 6,60 m a. P. Proszuwki betragen (HHW für 1888/96), da an dem 20 km weiter oberhalb liegenden Pegel bei Ksianznice das Hochwasser vom Juni 1884 höher gestiegen ist, als die höchsten Wasserstände innerhalb der Jahre 1888/96. Die der Abflußmenge 10 cbm/sec entsprechende Normalbreite zwischen den Kronenkanten der Werke ist auf 41 m festgesetzt worden.

3. Form und Bodenzustände des Flußthals.

Da der Abfluß rasch vor sich geht und nach starken Regengüssen schnell eine bedeutende Wassermenge im Unterlaufe zusammenströmt, wo ihre Weiter-

führung durch die Krümmungen und das geringe Gefälle verzögert wird, hat die Raba früher vor Anlage der Deiche oft ausgedehnte Ueberschwemmungen auch in demjenigen Theile der Weichselniederung veranlaßt, der vom Hochwasser des Hauptstromes oder durch seinen Rückstau nicht gefährdet ist. Im leichtwelligen Flachlande weiter flußaufwärts ist das Flußthal nur undeutlich ausgeprägt und das geräumige Bett so tief eingeschnitten, daß nur bei außergewöhnlichen Hochfluthen Ausuferungen stattfinden. Oberhalb der Eisenbahnkreuzung tritt der von Bochnia nach Chelm streichende Rand des Hügellandes dicht an das rechtsseitige Ufer und bildet an diesem Dorfe eine 70 m über den Thalgrund emporragende Halbinsel (chelm = Kulm). Am linken Rande des Thales erhebt sich eine breite Terrasse, welche aufwärts bis Gduw eine Vorstufe des hügeligen Geländes bildet, während die rechtsseitigen Hügel unmittelbar aus der Thalsohle über 100 m hoch ansteigen. Oberhalb Gduw bildet das Thal des unteren Mittellaufs eine beiderseits von 1- bis 200 m hohen, mäßig geböschten Hügeln besäumte, durchschnittlich 2 km breite, mit Ortschaften bedeckte Ebene von großer Fruchtbarkeit, die nur in den höheren Lagen gegen Ueberschwemmungen völlig geschützt, wegen des schlechten Zustandes des Flußbetts aber in den tiefer liegenden, stellenweise gleichfalls besiedelten Theilen öfters dem Hochwasser ausgesetzt ist. Das Thal des oberen Mittellaufs wird von steileren, bis zu 600 m über die durchschnittlich 0,5 km breite Sohle ansteigenden Bergen eingefaßt und ist weniger fruchtbar, zumal der gute Lehmboden von den Geschieben der Raba und ihrer Nebenbäche theilweise überdeckt oder vom Hochwasser durch Abbrüche und Auskolkungen weggerissen ist. Beispielsweise nehmen in der 1,5 km breiten Thalerweiterung bei Mszana-dolna die Schotterfelder der Raba und Mszana die Hälfte der Sohle ein. Am Oberlaufe ist das Thal eng und erweitert sich nur beim Badeorte Rabka auf mehrere Hundert Meter. Bloß in der unteren Strecke liegt es zwischen hohen Bergen, in der oberen Strecke dagegen zwischen flachen Hügeln, welche zur Rechten allerdings bald in das Bergland übergehen, zur Linken aber eine niedrige Bodenschwelle gegen das Skawathal bilden. Das Thal des Quellbachs hat die Form einer Schlucht mit mäßig stark geböschten Wänden, die bis nahe zur Quelle größtentheils in Kultur genommen und am Fuße ziemlich dicht besiedelt sind. Ebenso liegen weiter abwärts am Oberlaufe zahlreiche Wohnstätten im engen Thalgrunde der Raba und an den ihres Waldschmuckes beraubten Berglehnen.

II. Abflußvorgang.

Für die Darstellung des Abflußvorganges der Raba ist lästig, daß die verfügbaren Pegelbeobachtungen nur bis 1887 zurückreichen. In den Hauptzügen stimmt aber das hieraus zu gewinnende Bild mit dem für die westlichen Nachbarflüsse gewonnenen überein. In den Einzelheiten zeigen freilich die einzelnen Pegelstellen unter einander und gegen die von uns bereits betrachteten mancherlei Verschiedenheiten, welche zum großen Theile wohl verschwinden würden, wenn die Reihen länger wären. Die an einigen Brücken angebrachten Pegel wurden

früher nur bei großem Hochwasser, und auch dann nur unvollkommen, abgelesen. Regelmäßige Beobachtungen finden statt und werden veröffentlicht: für die Pegelstelle Mszana-dolna (Km. 108, von der Mündung ab gerechnet; N. P. = + 385,10 m) oberhalb der Mszanamündung, für Droginia (Km. 74) und Ksianznice (Km. 46) seit Juli 1887, sowie für Proszuwki (Km. 26) unweit Bochnia seit Januar 1887.

Die Ablesungen bei Mszana zeigen einen ungemein geringen Wasserstandswechsel und auffallende Erscheinungen, die wohl nicht lediglich durch die Lage der Pegelstelle an jener überaus verwilderten und verschotterten Flußstrecke erklärt werden können. Für die Jahresreihe 1888/96 haben die Hauptzahlen und ihre Schwankungen betragen:

1888/96	NNW	MNW	MW	MHW	HHW
Mszana-dolna (m)	1,21	1,76	1,91	2,64	4,00

1888/96	MW—MNW	MHW—MW	MHW—MNW	HHW—NNW
Mszana-dolna (m)	0,15	0,73	0,88	2,79

Die Scheitel der Hochfluthen, welche in dem übermäßig breiten Bett schwer zu beobachten und wegen des plötzlichen Auftretens gewiß der Aufmerksamkeit des Beobachters häufig entgangen sind, scheinen neuerdings besser gewürdigt zu werden, da bis 1895 der größte Höchststand um über 1 m niedriger angegeben war als für das nicht übermäßig hohe Hochwasser vom August 1896, dem die Pegelhöhe 4,00 m entspricht. An den übrigen Pegelstellen finden sich zwar ebenfalls Unregelmäßigkeiten der Ablesungen, lassen sich aber derart verbessern und ausgleichen, daß für den Zeitraum 1888/96 die monatlichen Mittelwerthe und die Hauptzahlen gebildet werden können, bloß bei Droginia nur für 1889/96 wegen zu großer Unstimmigkeit im ersten Beobachtungsjahr. In der Tabelle auf S. 366 enthalten außerdem die beiden letzten Spalten die Prozentzahlen für die Vertheilung der Jahres-Tiefst- und Höchststände, die aus den Beobachtungen der drei Pegelstellen als Durchschnittswerthe abgeleitet sind, um Zufälligkeiten möglichst auszuschließen.

Bevor wir auf die Betrachtung der Tabelle eingehen, sei voraus bemerkt, daß der allgemeine Gang der Wasserstandsbewegung an den drei Pegelstellen genügend übereinstimmt, um dieses Verfahren zu rechtfertigen. Am auffälligsten sind ihre Unterschiede in Bezug auf den Wasserstandswechsel, besonders zwischen dem unterhalb der Stradomkamündung liegenden Pegel bei Ksianznice und dem Pegel bei Proszuwki, an welchen beiden Stellen gleich große Wassermengen vorbeifließen. Beide Pegel sind an Brücken mit ausreichendem Durchflußquerschnitt angebracht; aber das Hochwasserbett ist auf der Flußstrecke bei Proszuwki viel tiefer eingeschnitten und enger geschlossen als weiter oberhalb. Bei der gleichfalls am unteren Mittellaufe gelegenen Pegelstelle Droginia, für welche das Abzugsgebiet wesentlich kleiner ist, hat wegen des reichlich großen Fluthquerschnittes der Wasserstandswechsel etwas geringere Größe als bei Ksianznice; noch mehr ist dies der Fall bei der am weitesten flußaufwärts gelegenen Pegelstelle Mszana. Da die Unterschiede zwischen Ksianznice und Proszuwki ausschließlich auf den Querschnittsverhältnissen beruhen, bei Droginia wohl auch zum größten Theile,

1888/96 (bei Droginia 1889/96)	Droginia			Ksianznice			Proszuwki			Durchschnittliche Prozentzahlen der	
	MNW m	MW m	MHW m	MNW m	MW m	MHW m	MNW m	MW m	MHW m	Tiefststände	Höchststände
November . . .	2,14	2,27	2,54	2,05	2,14	2,37	1,74	1,92	2,41	11	0
Dezember . . .	2,12	2,24	2,55	2,09	2,14	2,46	1,78	1,94	2,68	12	3
Januar	2,21	2,31	2,59	2,14	2,23	2,62	1,82	2,00	2,78	7	7
Februar . . .	2,19	2,36	2,72	**2,17**	2,28	2,60	1,83	2,10	2,68	4	0
März	2,24	**2,56**	3,10	2,16	**2,42**	3,07	1,86	**2,46**	3,80	2	17
April	**2,25**	2,41	2,74	2,15	2,29	2,68	**1,88**	2,18	2,97	3	3
Mai	2,17	2,32	2,64	2,04	2,17	2,55	1,75	1,96	2,59	7	0
Juni	2,16	2,52	**3,42**	2,06	2,29	**3,52**	1,74	2,14	**4,22**	9	**33**
Juli	2,15	2,40	3,04	2,08	2,25	3,13	1,73	2,04	3,29	4	14
August	2,18	2,35	2,92	2,03	2,19	2,87	1,69	1,94	3,18	7	13
September . . .	2,17	2,32	2,62	2,01	2,14	2,62	1,64	1,86	2,58	**20**	7
Oktober	2,16	2,30	2,59	2,01	2,13	2,49	1,66	1,91	2,81	14	3
Winter	2,08	2,36	3,14	2,04	2,25	3,24	1,62	2,10	4,18	39	30
Sommer . . .	2,08	2,37	3,73	1,97	2,19	3,93	1,59	1,98	5,08	61	70
Jahr	2,05	2,36	3,76	1,93	2,22	4,01	1,54	2,04	5,37	100	100
Tiefststand . .	1,80 Januar 1889			1,70 Oktbr./Novbr. 91			1,30 Januar/März 91			Aeußerste Tiefst- und Höchstständе.	
Höchststand . .	4,70 16. Juni 1894			4,95 16. Juni 1894			6,60 9. 6. 92, 7. 6. 93				

darf man sogar für die Schwankungen der Wasserstände Durchschnittswerthe benutzen, wenn es sich um die gegenseitigen Beziehungen der Schwankungszahlen handelt. Dies ist in folgender Tabelle geschehen:

1888(89)/96	Winter			Sommer			Jahr			
	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	HHW-NNW m
Droginia .	0,28	0,78	1,06	0,29	1,36	1,65	0,31	1,40	1,71	2,90
Ksianznice .	0,21	0,99	1,20	0,22	1,74	1,96	0,29	1,79	2,08	3,25
Proszuwki .	0,48	2,08	2,56	0,39	3,10	3,49	0,50	3,33	3,83	5,30
Durchschnitt	0,32	1,28	1,61	0,30	2,07	2,37	0,37	2,17	2,54	3,82

Der größte Monatswerth des MHW fällt bei allen drei Pegelstellen in den Juni, der auch die zahlreichsten Jahres-Höchststände aufweist. Die beiden folgenden Sommermonate Juli/August zeigen erheblich kleinere, aber doch auch noch stattliche Zahlen. Eine entschiedene Abnahme erfolgt gegen den Herbst hin bis zu den Kleinstwerthen im November. Während des Winters nehmen die Werthe allmählich zu bis zur Zeit der Hauptschneeschmelze im März, welcher Monat einen zweiten, um durchschnittlich 0,4 m niedrigeren Scheitel des MHW und 17 % der Jahres-Höchststände aufweist. Der April zehrt noch von den Nachwirkungen der Schneeschmelze durch mittelhohe Wasserstände, die im Mai bedeutend abnehmen. — Im Gegensatze hierzu liegen die Größtwerthe des MW an allen

drei Pegelstellen im März, wogegen die zweite Erhöhung im Juni durchschnittlich um 16 cm niedriger bleibt, fast ebenso hoch wie das MW des April und nicht viel höher wie das des Februar. Der Mai steht bedeutend zurück, und nach der Anschwellung im Juni senken sich die Monatswerthe des MW rasch gegen den Herbst (September/Dezember). — Diese den Vorwinter mitumfassenden Monate sind es auch, welche die meisten Jahres-Tiefststände besitzen, zusammen 57%. Am reichlichsten ist der September bedacht (20%), in welchem Monate (von Droginia abgesehen) das MNW den unteren Wendepunkt seiner wellenförmigen Wasserstandsbewegung erreicht. Ihr oberer Wendepunkt liegt in den hierbei wenig von einander verschiedenen Monaten Februar/April. Der durchschnittliche Höhenunterschied des MNW dieser drei Monate beträgt nur etwa 3 cm, und verschwindend gering sind die Unterschiede in den Monaten Mai/August. Dagegen liegt das MNW in jenen drei Monaten, welche das Schneeschmelzwasser abführen, um durchschnittlich 10 cm höher als in den Sommermonaten, auf welche auch im Durchschnitt doppelt so viel Jahres-Tiefststände fallen.

Gehen wir nun zur Betrachtung der Jahreshälften über, so zeigt der Sommer um 40% mehr Höchststände und gleichzeitig um 22% mehr Tiefststände als der Winter, dementsprechend auch ein größeres MHW und ein kleineres MNW. Das MW der Jahreshälften ist gleichfalls im Sommer kleiner. Während nun aber die Unterschiede beim MHW zu Gunsten des Sommers sehr bedeutend sind (durchschnittlich 73 cm), betragen sie beim MNW zu Gunsten des Winters durchschnittlich nur 3 cm. Die mittlere Schwankung (MHW—MNW) im Sommer überwiegt daher diejenige im Winter weitaus, wogegen das MW für beide Jahreshälften ziemlich gleich hoch über dem MNW liegt. Die Beziehung dieser beiden Schwankungen (MW—MNW) : (MHW—MNW) macht im Sommer bloß 13%, im Winter aber 20% aus. Für das ganze Jahr nähert sie sich mit 15% dem Werthe des Sommers, da innerhalb eines Durchschnittsjahres die mittlere Schwankung (MHW—MNW) die Halbjahrszahlen um einen größeren Betrag übertrifft, als dies bei der Schwankung (MW—MNW) der Fall ist. Endlich sei noch darauf hingewiesen, daß die größte Schwankung (HHW—NNW) durchschnittlich um 50% größer als die mittlere Schwankung im Jahre ist.

Wir sehen also: Im Winter ist der Abflußvorgang der Raba zwar wechselvoll genug, aber doch weit gleichmäßiger als im Sommer. Dieser bringt neben den vorzugsweise gegen sein Ende fallenden Trockenzeiten in seinem Anfang, besonders im Juni und in den beiden folgenden Monaten, oft stürmisch verlaufende und die Schmelzwasserfluthen weitaus an Höhe übertreffende Hochfluthen. Nach dem wasserarmen Herbste und Vorwinter steigen die Wasserstände ziemlich stetig an, worauf die scheinbare Hebung beim Eisstande sicherlich eine viel geringere Einwirkung ausübt als die wirkliche Vermehrung der Wasserführung durch vorzeitiges Abschmelzen des Schnees und winterliche Regengüsse im Hügellande. Hierfür spricht, daß an dem für den Abfluß des großen Hügellandbaches Stradomka besonders empfindlichen Pegel bei Ksianznice alle Monatswerthe in den Monaten Januar/Februar verhältnißmäßig sehr hoch liegen. Die winterlichen Hochwassererscheinungen, welche von der endgültigen Schneeschmelze erzeugt werden, beschränken sich auf den März, den wasserreichsten Monat im Kreislaufe des

Jahres, obgleich er bezüglich der Hochwasserhöhe vom Juni weitaus übertroffen wird. Die Verzögerung der Schneeschmelze im höheren Gebirge und die reichliche Speisung der Quellen durch versickertes Thauwasser hält im April die Wasserstände noch hoch, versagt aber bereits im Mai.

Nun noch ein Wort über die Wassermengen: Im Oktober 1885 haben Messungen mit dem hydrometrischen Flügel an mehreren Stellen der Hügel- und Flachlandstrecke stattgefunden, besonders auch bei Ksiaznice und bei Uscje-solne an der Mündung. Letztere Messung, bezogen auf den damals nur vorübergehend beobachteten Pegel Proszuwki, ergab für 1,84 m a. P. die Wassermenge 6 cbm/sec mit 0,41 m/sec mittlerer Geschwindigkeit, woraus die dem Mittelwasser (2,04 m für 1888/96) entsprechende Abflußmenge auf 10 cbm/sec abgeleitet wurde. Aehnlich hat man für Ksiaznice, wo der Pegel-Nullpunkt damals um etwa 1,8 m tiefer gelegen zu haben scheint, die Abflußmenge bei Mittelwasser (2,22 m für 1888/96) auf 9 cbm/sec berechnet. Da das Niederschlagsgebiet an der Mündung 1527 qkm, bei Ksiaznice unterhalb der Stradomkamündung aber 1354 qkm beträgt, ergeben sich hieraus sekundliche Abflußzahlen von 6,6 l/qkm bei Ksiaznice und 6,5 l/qkm an der Mündung. Die Größtmenge des Hochwassers vom Juni 1884, dessen Höhenmarke an der Brücke bei Ksiaznice 3,4 m über dem früheren Nullpunkte lag, also wohl etwa 5,2 m über dem jetzigen Pegelnull, ist für diese Stelle rechnerisch auf 862, für die Mündung auf 943 cbm/sec ermittelt worden, entsprechend den sekundlichen Abflußzahlen 0,64 cbm/qkm bei Ksiaznice und 0,62 cbm/qkm an der Mündung.

III. Wasserwirthschaft.

Die Raba gilt zwar als flößbar, wird aber nicht zur Flößerei benutzt, theilweise wegen der Schwierigkeit des Wasserwegs, zum Theil aber wohl auch, weil die im Quellgebiete wohnenden Goralen das Thal von jeher als Straße für die Abfuhr des geschnittenen und bearbeiteten Holzes nach Bochnia und Krakau benutzt haben, in welchen Städten sie ihren Bedarf an Mehl und Salz einkaufen mußten. Dagegen wird die Wasserkraft des Flusses vielfach zum Betriebe von Säge- und Mahlmühlen benutzt. Die Mühlenwehre sind meist Holzbauten einfachster Art von mäßiger Höhe; nur an einer Stelle befindet sich ein steinernes Wehr mit größerer Stauhöhe, das die gewöhnliche Abflußmenge vollständig in den Mühlgraben ableitet. Die von Chabuwka bis Mszana-dolna am Oberlaufe entlang führende Transversalbahn kreuzt den Fluß zweimal; ferner überschreitet die Eisenbahnlinie Krakau—Przemysl den Unterlauf unweit Bochnia. Von diesen drei Eisenbahnbrücken abgesehen, ist die Raba von Myslenice abwärts sechsmal für Straßen und Wege überbrückt. Alle Brücken haben ausreichende Lichtweite für die Abführung des größten Hochwassers erhalten.

Längs der Transversalbahn und in Nähe der Brücken ist der Fluß in einen ziemlich gut geregelten Zustand gebracht worden, der jedoch durch das Eintreiben von Schotter aus den oberhalb befindlichen verwilderten Strecken immer wieder gefährdet wird. Die anderorts von den Anliegern planlos ausgeführten

Uferschutzwerke haben meist ihren Zweck verfehlt; nur im Unterlaufe sind einige mit Staatsbeihülfe hergestellten Bauten von besserem Bestand. Sehr erfolgreich erweist sich der planmäßige Ausbau der Flußstrecke von Gduw bis zur Stradomkamündung, der neuerdings nach den für Konkurrenzstrecken gültigen Grundsätzen (vergl. S. 262/3) ausgeführt worden ist. Das Bett hat sich hier zwischen den neu angelegten Werken so gut ausgebildet, daß mittleres Hochwasser bordvoll abgeführt werden kann; während früher schon bei geringen Anschwellungen das fruchtbare Seitengelände durch Ueberschwemmungen und durch Abbrüche schwer geschädigt wurde.

Die beiderseitige Eindeichung der Raba beginnt bei Bogucice und endigt kurz oberhalb der Mündung, wo die Deiche an den Weichseldeich anschließen. Ihr Abstand beträgt in der Regel 180 m, und nur an wenigen Stellen finden sich Erweiterungen des Vorlandes. Daß die linksseitige Niederung durch die Drwinka, die rechtsseitige durch die Grobka unmittelbar in die Weichsel entwässert, also von der Raba abgeschnitten ist, wurde bereits auf S. 47 erwähnt. Einstweilen entsprechen die Rabadeiche in Bezug auf Höhe und Stärke noch nicht den neuerdings hierfür gültigen Grundsätzen (vergl. S. 276). Die Entwürfe für ihren Umbau werden gegenwärtig bearbeitet.



2. Abtheilung. 8. Kapitel.

Der Dunajec.

I. Flußlauf und Flußthal.

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Wie in der Gebietsbeschreibung auf S. 52 schon erwähnt ist, besteht der Dunajec aus zwei Hauptstrecken und einer Verbindungstrecke. Die erste Hauptstrecke gehört den Zentralkarpathen an, beginnt an der Hauptquelle des Schwarzen Dunajec und endigt bei Czorsztyn, wo der Fluß das Neumarkter Kesselthal verläßt. Als Verbindungstrecke ist der Flußlauf anzusehen, welcher die Klippenzone zweimal durchbricht und sich alsdann durch den Hauptkamm der Beskiden windet bis zur Kreuzung mit der idealen Kammlinie bei Klodne. Die zweite Hauptstrecke gehört vollständig dem Nordhange der Beskiden und ihrem Vorlande bis zur Weichsel an. Wenn der Dunajec bei Klodne abgedämmt werden könnte, ebenso der Poprad bei Piwniczna, so daß der Abfluß aus den Zentralkarpathen und vom Südhange der Beskiden völlig abgeschnitten würde, dann wäre er immer noch ein stattlicher Fluß mit mehr als doppelt so großem Niederschlagsgebiete wie die Raba und annähernd gleicher Länge. Das rasche Ansteigen der Weichsel an der Dunajecmündung nach starken Niederschlägen rührt daher wohl vornehmlich von dem schnellen Abfließen der im nördlichen Theile des Dunajecgebiets gefallenen Regenmassen her, welche sofort nach dem Eintreten des Niederschlags in der zweiten Hauptstrecke eine hohe Fluthwelle erzeugen, die aus der ersten Hauptstrecke verstärkt und verlängert wird.

Bei der ersten Hauptstrecke sind zu unterscheiden: der westliche, am Fuße des Volovecgipfels der Liptauer Alpen auf + 1500 m entspringende Quellbach bis zu seiner Vereinigung mit dem östlichen, aus dem Koscjeliskothale kommenden Quellbache bei Myszkuwka, ferner der nordwärts gerichtete Oberlauf bis zum Dorfe Czarny-Dunajec, sodann der gegen Osten umbiegende Mittellauf bis zur Vereinigung des Schwarzen mit dem Weißen Dunajec bei Neumarkt, endlich der nun erst Dunajec ohne weiteren Beinamen benannte, östlich gerichtete Unterlauf bis zum ersten Durchbruche durch die Klippenzone bei Czorsztyn. Bei der zweiten Hauptstrecke nehmen wir als Oberlauf an die Strecke von Klodne bis zur Kamjenicamündung am Ende des großen N.-Sandecer Thalkessels, da der

Fluß in seinem knieförmig nordostwärts führenden Laufe bis dahin alle vom Hauptkamme der Beskiden stammenden Gewässer aufgenommen hat. Als Mittellauf kann der bis zur Losofinamündung im Gebirge und von da ab bis Zglobice im Hügellande gelegene Flußtheil gelten, dessen obere Strecke mit vielen Krümmungen nordwärts, die zweite in sanfteren Bogen gegen Nordnordost gerichtet ist. Der Unterlauf im Flachlande hat bis zur Mündung in die Weichsel bei Uscje-jesuickje wieder vorwiegend nördliche Richtung. Betrachtet man den Fluß nur nach den beiden Hauptstrecken und ihrer Verbindungstrecke, so ergiebt sich, daß die erste Hauptstrecke bis Czorsztyn 71,0 km Länge, 1006 m Fallhöhe, also 14,2 ‰ (1 : 71) mittleres Gefälle besitzt, die Verbindungstrecke bis Klodne 27,8 km Länge, 86 m Fallhöhe, also 3,09 ‰ (1 : 323) mittleres Gefälle, die zweite Hauptstrecke 144,2 km Länge, 236 m Fallhöhe, also 1,64 ‰ (1 : 611) mittleres Gefälle. Folgende Tabelle enthält die näheren Angaben über die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse:

	Flußstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
		+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
Erste Hauptstrecke		1500						
	Quellbach (Hauptquelle — Myszkuwka)		625	11,8	53,0	19	10,2	15,7
		875						
	Oberlauf (Myszkuwka — Czarny-Dunajec)		215	19,1	11,3	89	16,7	14,4
		660						
	Mittellauf (Czarny-Dunajec — Neumarkt)		85	17,4	4,89	205	14,0	24,3
		575						
	Unterlauf (Neumarkt — Czorsztyn)		81	22,7	3,57	280	20,5	10,7
		494						
	Verbindungstrecke (Czorsztyn — Klodne)		86	27,8	3,09	323	10,0	178,0
Zweite Hauptstrecke		408						
	Oberlauf (Klodne — Kamjenicamündung)		140	38,2	3,66	273	25,5	49,8
		268						
	Mittellauf, obere Strecke (Kamjenicamündung — Losofinamündung)		40	33,2	1,20	830	17,8	86,5
		228						
	Mittellauf, untere Strecke (Losofinamündung — Zglobice) . . .		34	33,9	1,00	997	25,7	31,9
		194						
	Unterlauf (Zglobice — Mündung)		22	38,9	0,566	1770	30,3	28,4
		172						
	Im Ganzen	—	1328	243,0	5,47	183	133,3	82,3

Die Entwicklung ist außergewöhnlich groß in der Verbindungstrecke, in welcher der Dunajec den Pjeninischen Klippenzug zuerst von Nord nach Süd durchbricht, dann an seinem Südrande ostwärts entlang fließt, hierauf mit scharfen Schleifen ihn nochmals in dem seiner Schönheit wegen berühmten Thale

zwischen Rothkloster und Szczawnica von Südwest nach Nordost durchbricht und schließlich nordwärts zum Beskiden-Hauptkamme fließt. Auch in der Gebirgsstrecke des Mittellaufs oberhalb der Losofinamündung rührt die große Entwicklung vornehmlich von den Schlangenwindungen des Flußthals her, im Oberlaufe der zweiten Hauptstrecke die ziemlich große Entwicklung hauptsächlich von der mehrfachen Richtungsänderung des Thales. Nur im Neumarkter Kesselthale, sowie im Hügel- und Flachlande beschreibt der Fluß wesentlich stärkere Krümmungen als sein schlank verlaufendes Thal.

Im Unterlaufe hat der Dunajec durch künstliche Begradigung eine nicht unbeträchtlich geringere Länge erhalten und soll noch weiter verkürzt werden, ebenso auf den übrigen Theilen der zweiten Hauptstrecke. Jedoch ist diese Verkürzung bei den Längenangaben der Tabelle schon berücksichtigt, da bis zum Pegel Golkowice oberhalb der Popradmündung die in den Karten abgegriffenen Maße nach den Ergebnissen der Kilometrirung geändert worden sind. Diese Kilometrirung geht von der Mündung aus und ist in der Richtung des Thalwegs unter Ausscheidung der abzubauenden Krümmmungen ausgeführt. Bis zur genannten Pegelstelle beträgt der Unterschied gegen die jetzige Flußlänge 9,4 km (117,7 statt 127,1 km). Bei dem Ausbau hofft man im Unterlaufe die äußeren Krümmungshalbmesser auf 700, im Mittellaufe auf 600, im Oberlaufe auf 500 m bringen zu können, was für die Flußachse Halbmessern von etwa 470 bis 660 m entsprechen würde. Einstweilen sind solche von 3- bis 400 m noch häufig vorhanden, und nur im Unterlaufe haben die Krümmungen jetzt schon flachere Gestalt.

Während der Quellbach im engen Gebirgsthale einheitlichen Lauf besitzt, fangen kurz vor seiner Vereinigung mit dem Koscjeliskoer Schwarzen Dunajec im breiter werdenden Thale Verästelungen an, die sich in der ganzen ersten Hauptstrecke häufig wiederholen, namentlich im Unterlaufe dieser Strecke, nachdem der Weiße Dunajec, die Bialka und die kleineren Nebenbäche bedeutende Schottermassen hinzugebracht haben. In der Verbindungstrecke ist das Bett meist einheitlich gestaltet und folgt den scharfen Krümmungen des Thales die mehrfach weniger als 200 m Halbmesser aufweisen. Im Oberlaufe der zweiten Hauptstrecke kommen zunächst nur selten Spaltungen vor, besonders in der Thalerweiterung unterhalb Lacko; dagegen bildet der Fluß von Golkowice ab im N.-Sandecer Kesselthale zahlreiche Nebenarme. Im Mittellaufe behält der Dunajec nach Verlassen dieses Kesselthals die Neigung zur Ausbildung von Spaltungen noch bei bis zu den großen Thalschleifen oberhalb der Losofinamündung. Auch im Zakliczyner Kesselthale lassen die zahlreichen, bei Hochwasser von Seitenströmungen durchflossenen Altbetten auf eine unstetige Lage des Flußlaufs schließen. Im Unterlaufe ist das Bett bei gewöhnlichen Wasserständen jetzt meist einheitlich gestaltet, während bei größeren Anschwellungen die Strömung häufig andere Wege einschlägt, welche durch die ehemaligen, bei den natürlichen und künstlichen Verlegungen nicht hochwasserfrei verlandeten Nebenarme vorgezeichnet sind.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Flußbetts.

In der ersten Hauptstrecke wechselt die Uferhöhe, je nachdem das Bett einheitlich gestaltet oder verästelt ist. Stellenweise drängt sich der Dunajec hart an

die linksseitige Wand des Neumarkter Kesselthals und hat den Fuß der Berglehnen mit steilen Hochufern angeschnitten oder sich tief in die aus groben Geschieben mit Lehmdecke bestehende Thalsohle eingenagt. Wo die Schottermassen seines Bettes Gelegenheit zur Ablagerung gefunden haben, sind dagegen die Ufer niedrig und stehen übermäßig weit auseinander. In der Verbindungstrecke nehmen die Schotterfelder ab und die Ufer des auch hier für gewöhnliche Wasserstände reichlich breiten Bettes an Höhe zu. Bei Czorsztyn zeigen sich zuerst die Kalkfelsen des Klippenzugs am und im Dunajec. Von Rothkloster bis Szczawnica liegt der Fluß vollständig im Felsenbett, das nur an den Woogstrecken grobe Geschiebe zwischen den Kalksteinriffen zur Ruhe kommen läßt, während in den zwischenliegenden Stromschnellen überall Felsbänke emportauchen. Von Szczawnica bis Klodne und weiter unterhalb im Oberlaufe der zweiten Hauptstrecke bis zur Mündung des Kamjenickibachs herrschen hohe, zum Theil felsige Ufer vor; nur in der Thalerweiterung bei Kroscjenko haben größere Schotterablagerungen das Bett verflacht. Unterhalb der Kamjenickimündung bis Golkowice berührt der Dunajec noch mehrfach die Berghänge mit Hochufern, die aus Sandstein und Thonschiefer in wechselnden Schichten bestehen; meist sind jedoch die Ufer in Alluvialbildungen (Lehm auf Geröllundergrund) eingeschnitten und niedriger, immerhin aber vielfach hochwasserfrei. Dagegen erfüllen im N.-Sandecer Kesselthal ausgedehnte Schotterfelder, die von den Nebenbächen noch stets neue Zufuhr erhalten, das breit ausgedehnte Bett, dessen Begrenzung aus flachen, schon bei kleinen Anschwellungen überschwemmten Rehnen besteht, auf deren kaum mit Humus bedeckten Schotterlage das Weiden- und Wachholdergestrüpp nur dürftige Nahrung findet. Am oberen Mittellaufe und an der Hügellandstrecke bis Czchuw, wo das Zakliczyner Kesselthal beginnt, wechseln verschotterte, von niedrigen Ufern eingefaßte Strecken mit schotterfreien ab, deren hohe Ufer öfters aus festem Sandstein bestehen. In dem Zakliczyner Thale sind die Seitenwände des übermäßig breiten, arg verschotterten Bettes meist höher als in den oberen Kesselthälern, aber wenig widerstandsfähig und abbrüchig, da unter der Lehmdecke Gerölle liegt. Auch weiter flußabwärts bis zur Mündung hat der Dunajec ein mehr oder weniger tief in lehmigen und sandigen Boden eingeschnittenes, außerhalb des eigentlichen Flußschlauchs mit Schlick und Sand bedecktes Bett. Nur ausnahmsweise bespült er die Hänge des Hügelgeländes, zuletzt bei Zglobice rechts einen 70 m hohen Steilhang.

Obgleich der Dunajec viel Geschiebe führt, reicht er in dieser Beziehung doch nicht an die Sola, Skawa und Raba heran. In den großen Kesselthälern und Thalerweiterungen läßt er so bedeutende Massen der wandernden Stoffe zurück, daß die dazwischen befindlichen Strecken verhältnißmäßig rein bleiben. Den Hauptbestandtheil des Schotters in der ersten Hauptstrecke bildet der Granit aus der Hohen Tatra, sowie Gneiß und Glimmerschiefer aus den Liptauer Alpen in Stücken von Kopfgröße und darüber. Der leichter zerreibliche Sandstein und Thonschiefer aus den Tertiärgesteinen tritt dagegen zurück. In seiner Verbindungstrecke erhält der Dunajec vom Pjeninischen Klippenzuge bedeutende Massen von Kalksteinen, so daß bei Szczawnica etwa 75 % des Schotters aus Granit, 20 % aus Kalk- und 5 % aus Sandstein bestehen. Nach Aufnahme

der Ochotnica und des Kamjenickibachs ändert sich das Verhältniß in 40 % Granit, 10 % Kalkstein, 40 % Sandstein und 10 % Thonschiefer um; die Geschiebe haben Faust- bis Kopfgröße. Auf den Schotterfeldern des N.-Sandecer Kesselthales nimmt die Menge der weniger großen Geschiebe zu, ebenso der Gehalt an Sandstein (50 %) und Thonschiefer (12 %), wogegen Granit (30 %) und Kalkstein (8 %) zurück treten. Obgleich im Mittellaufe der zweiten Hauptstrecke nur noch Flüsse aus dem Karpathensandsteingebirge einmünden, vermehrt sich bis zur Losofinamündung der Gehalt an Granit (50 %) und Kalkstein (15 %) wieder, während Sandstein (30 %) und Thonschiefer (5 %) abnehmen, ebenso die Abmessungen der einzelnen Stücke, die jedoch noch immer sehr groben Schotter bilden. Am Ende des Mittellaufs bei Zglobice zeigen die Kiesbänke 60 % Granit-, 25 % Sandstein- und 15 % sonstigen (meist Kalkstein-) Schotter von feinerem Korn. Grober Sand, der bereits im oberen Mittellaufe nesterweise Ablagerungen bildet, beginnt nun vorzuherrschen.

Die Wiederzunahme des Granits und Abnahme des Sandsteins von oben nach unten erklärt sich wohl daraus, daß die festeren Granitstücke zwar an ihrer Größe Verlust erleiden, aber die Wanderung sprungweise fortsetzen, während die Sandsteinstücke rascher verwittern und großentheils zu Sand zerrieben, also an Größe und Menge vermindert werden. Aehnlich wie der Granit verhält sich der weichere, aber immerhin noch feste Kalkstein. Am meisten der Verwitterung unterworfen ist der Thonschiefer, der sich in Schlick verwandelt. Das Vorherrschen des Granits erschwert auf den höheren Lagen der Schotterfelder die Entstehung einer Verwitterungsrinde und hierdurch den Bewuchs, weshalb die Weidenpflanzungen am Dunajec nicht überall nach Wunsch gedeihen. Nur an den untersten Strecken bringen Sand und Schlick in kurzer Frist einen üppigen Weidenwuchs hervor.

Nach den im Abschnitt II bezeichneten Wassermengen-Messungen ist die Abflußmenge des unteren Dunajec für Mittelwasser bei 0,12 m a. P. Zabno auf 92 cbm/sec berechnet worden, für den Normalwasserstand — 0,04 m a. P. Zabno auf 64,5 cbm/sec. Die dem Mittelwasser entsprechende Breite des Wasserspiegels im regelmäßig ausgebauten Flußbett war danach zunächst auf 88 m, die erforderliche Breite zwischen den Werkskronen auf 98 m festgestellt worden. Nach späteren Ermittlungen soll beim Normalwasserstande die Spiegelbreite 77 m, der Flächeninhalt des parabolisch geformten Querschnitts 86 qm und seine größte Tiefe rd. 1,7 m betragen, entsprechend der mittleren Geschwindigkeit 0,75 m/sec. Für die im Ausbau begriffene Versuchstrecke oberhalb der Dunajecmündung gilt demgemäß als Normalbreite zwischen den Kronen der Parallelwerke und Buhnenköpfe das um die beiderseitigen Böschungen vergrößerte Maß von 82 m.

Der Normalwasserstand — 0,04 m a. P. Zabno liegt 0,18 m unter dem Mittelwasser der Jahresreihe 1872/95, das gleiche Höhe besitzt wie das Winter- und Sommer-Mittelwasser. Das mittlere Niedrigwasser liegt 0,77 m tiefer, das mittlere Hochwasser 3,16 m höher. Die durchschnittliche Schwankung der Wasserstände beträgt also 3,93 m, die größte Schwankung zwischen dem bekannten Tiefststande vom September 1895 (— 0,90 m a. P.) und dem bekannten Höchst-

stande vom 7. Juni 1893 (4,84 m a. P.) sogar 5,74 m. Bei Zglobice beträgt die größte Schwankung 5,39 m, bei N.-Sandec 4,12 m. An allen drei Pegelstellen, namentlich oberhalb der Pegelstelle N.-Sandec, kann das Hochwasser sich weit ausdehnen, obgleich bei N.-Sandec und Zglobice die Pegel an Brückenpfeilern angebracht sind; die große Höhe wird also hauptsächlich durch die sehr bedeutende Abflußmenge, nicht aber durch hohen Aufstau verursacht. Für Zglobice hat man, wie im Abschnitt II mitgetheilt wird, die größte Abflußmenge des Hochwassers auf 3724 cbm/sec berechnet und für die Mündungstrecke auf 4000 cbm/sec geschätzt.

Der Dunajec ist demnach ein bei gewöhnlichen Wasserständen reichlich gespeister Fluß, aber noch weit mehr ein gefährlicher Hochwasserstrom. In der ersten Hauptstrecke macht sich seine Unbändigkeit am meisten geltend, da die Schneeschmelze im Hochgebirge öfters zeitlich zusammentrifft mit den großen Niederschlägen, welche an und für sich bereits bedeutendes Hochwasser hervorrufen würden. Das Neumarkter Kesselthal, namentlich der Thalgrund des Dunajec im Unterlaufe, wo der Weiße Dunajec und mehr noch die Bialka große Wassermassen sehr rasch zuführen, die nicht mit gleicher Geschwindigkeit abzufließen vermögen, ist daher gerade in der Sommerzeit zuweilen nachtheiligen Ueberschwemmungen ausgesetzt. Aehnlich wie die Bialka auf den unteren Theil der ersten Hauptstrecke des Dunajec einwirkt, verhält sich die einen selbständigen gefährlichen Gebirgsfluß bildende Biala in Bezug auf den unteren Theil der zweiten Hauptstrecke, deren Fluthwelle durch das rasch abfließende Hochwasser der Biala eingeleitet zu werden pflegt.

3. Form und Bodenzustände des Flußthals.

Der Quellbach durchfließt bis kurz vor seiner Vereinigung mit dem Koscjeliskoer Schwarzen Dunajec ein Hochgebirgsthal. Bis Chocholuw liegt das 0,5 km breite, gut bebaute, aber stellenweise verschotterte Thal des Oberlaufs der ersten Hauptstrecke zwischen den flach geböschten, 1- bis 200 m hohen Vorbergen der Tatra. Sodann durchfließt der Schwarze Dunajec in einem, ausnahmsweise über 1 km breiten, vielfach nur flach eingeschnittenen Thalgrunde die Hochfläche des Neumarkter Kesselthals, über welche die Thalwasserscheide des Weichsel- und Donaugebiets durch ein wegen seines geringen Gefälles mit großen Torfmoorflächen bedecktes Gelände von den Zentralkarpathen nach den Beskiden zieht. Im eigentlichen Neumarkter Thale hält sich der Fluß durchweg nahe, oft unmittelbar am Fuße des nordwärts ansteigenden Beskidengebirgs, während zur Rechten das Vorland der Tatra flacher gegen das 1 bis 1,5 km breite engere Flußthal abgedacht ist. Die Geröllemassen, aus denen der Untergrund des Thales besteht, sind mit einer starken Verwitterungskruste von fruchtbarem Lehm bedeckt, dessen Ertragsfähigkeit freilich durch die hohe Lage erheblich beeinträchtigt wird, da Wintergetreide nicht mehr angebaut werden kann und Obstbäume (im Gegensatze zu der klimatisch günstigeren Südseite der Tatra) nur an sehr geschützten Stellen fortkommen.

Bei Czorsztyn verengt sich das Thal zu einer Klause, die ehemals auf der galizischen Seite von der auf steiler Felswand liegenden Burg Czorsztyn, auf der

ungarischen Seite vom Schlosse Nedecz beherrscht wurde. Nach diesem ersten Durchbruche durch die Kalksteinklippen wird der Thalgrund wieder breiter und offener, aber nur auf geringe Länge. Gleich unterhalb der Mündung des Lipnikbachs, durch den die fast als Hügelland anzusehende Zipser Magura ihr Wasser zuführt, tritt der Dunajec in die wildromantische Pjeninenschlucht, eine Klamm wie im Hochgebirge, in der sich über die enge, ganz vom Flusse eingenommene Thalsohle die zackigen Kalk- und Dolomitfelsen der Pjeninen fast senkrecht auf 200 m und höher erheben. Hinter diesem von Rothkloster bis Szczawnica 9 km langen Durchbruchthale nehmen die Berge, welche das immer noch schmale Flußthal begrenzen, sanfter gerundete Formen an und treten auch stellenweise weiter auseinander, so daß oberhalb Klodne die Thalerweiterung bei Kroscjenko 0,8 km Sohlenbreite besitzt.

Bei Klodne selbst lassen die 2- bis 300 m hohen, stark geböschten Berge kaum Raum für die wenigen Häuser des Dörfchens. Bald danach wird das Thal etwas breiter, namentlich unterhalb der Mündung des Kamjenickibachs (wo es aus der nördlichen in die östliche Richtung umbiegt) in den Erweiterungen bei Lacko und Jazowsko bis zu 1,3 km breit. Die Jazowskoer Thalerweiterung geht unmittelbar in das bei Golkowice beginnende, 15 km lange und durchschnittlich 5 km breite N.-Sandecer Kesselthal über. Während sich oberhalb desselben die Verschotterung auf das mehrfach weit ausgedehnte, von verästelten Rinnen durchzogene Flußbett beschränkt, die mit fruchtbarem Lehm bedeckte Thalsohle aber meist hochwasserfrei liegt, nimmt in jenem großen Kesselthale das Ueberschwemmungsgebiet ohne scharfe Begrenzung des Flußbettes 1 bis 1,5 km Breite an. Großentheils besteht es aus Geröllanhäufungen, über welche die flach eingeschnittenen Arme des Dunajec und seiner Seitengewässer unstet hin und her schweifen. Neben den Schotterwällen, und manchmal tiefer als diese, dehnen sich aber vortreffliche Ackerfelder und Wiesen aus, die bei Hochwasser durch Ueberschwemmung und Verschotterung oft schwer zu leiden haben.

Am Mittellaufe der Beskiden-Hauptstrecke bildet das Thal eine Folge von Engen und von Erweiterungen mit 0,4 bis 1,4 km Sohlenbreite; die besäumenden Berge sind nur selten steil geböscht und meist nicht über 150 m hoch. Bei Czchuw treten sie nochmals aus einander, um das 12 km lange, 3 bis 4 km breite Zakliczyner Kesselthal freizulassen, dessen Schotterlager mit einer mächtigen Schicht fetten Lehmbodens verhüllt sind und nur in dem stellenweise fast 1 km breiten Ueberschwemmungsgebiete als mageres, mit Gebüsch bewachsenes Gelände zu Tag liegen. Weiter unterhalb verengt sich das Dunajecthal wiederum bei Olszyny.

Aber bereits bei Wjelka-wjes treten die Hügel zur Linken des Flusses zurück, der bis jenseits Zglobice am rechtsseitigen Höhenrande einer südwärts vorspringenden Flachlandbucht entlang fließt. Noch oberhalb der Eisenbahnbrücke der Linie Krakau—Przemysl (bei Bogumilowice westlich von Tarnuw) tritt der Dunajec vollständig in die große Weichselebene ein. Dort begleitet ihn zur Rechten bis jenseits Zabno eine 30 bis 50 m hohe Terrasse in etwa 5 km Abstand, zur Linken eine niedrige, jenseits der Kisjelina mit unmerklicher Steigung nach der Wasserscheide des Uszwicagebiets ziehende Bodenschwelle. Ebenso allmählich erfolgt der Uebergang in die eigentliche Weichselniederung. Schon von

der Eisenbahnbrücke bei Bogumilowice ab ist das Ueberschwemmungsgebiet größtentheils auf beiden Ufern künstlich begrenzt mit Deichen, die auch an der rechts mündenden Biala flußaufwärts geführt werden mußten. Die fruchtbare untere Dunajecniederung wird hierdurch, wenn die noch in Aussicht stehenden Deichbauten vollendet sind, gegen die Verheerungen des Flusses sicher geschützt und völlig von ihm abgeschnitten, da ihre Entwässerung auf der linken Seite durch die Kisjelina, auf der rechten Seite durch die Zabnica und den Bren unmittelbar in den Weichselstrom vor sich geht.

II. Abflußvorgang.

Schon mehrfach haben wir darauf hingewiesen, daß der Dunajec und sein Geschwisterfluß Poprad in einem Hochgebirge entspringen, das hinter der Hauptfront des Gebirgszuges liegt, von welchem die galizischen Nebenflüsse der Weichsel gespeist werden. Diese Eigenthümlichkeit macht sich denn auch beim Abflußvorgange geltend und verleiht dem Dunajec ein in mancherlei Hinsicht von den übrigen Gebirgsflüssen Galiziens abweichendes Gepräge. Ihr ist zu verdanken, daß dieser schlimmste Hochwasserfluß (neben seinen nachtheiligen, aber rasch vorübergehenden Einwirkungen auf die Unbändigkeit des Hauptstromes) doch auch in Zeiten der Trockenheit während der ersten Sommermonate ziemlich regelmäßig eine reichliche Speisung der Oberen Weichsel bewirkt. Man wird unwillkürlich an die aus Gletschern und Firnen stammenden Alpengewässer erinnert, deren Wasserfülle umso mehr zunimmt, je mehr die Gewässer des Mittelgebirgs zu versiegen beginnen. Aber da die Hohe Tatra jetzt des Schmuckes der Gletscher beraubt ist und das eigentliche Hochgebirge im Quellgebiete des Dunajec keine große Ausdehnung besitzt, vermag die günstige Speisung von dort den Hochsommer nicht zu überdauern.

Leider besteht an der ersten, den Zentralkarpathen angehörigen Hauptstrecke des Dunajec keine Pegelstelle, deren Beobachtungen über die dortigen Abflußverhältnisse sichere Auskunft geben könnten. Nach einer dankenswerthen Mittheilung des kgl. ungarischen Ministerial-Sektionsraths Pech, der die hydrographischen Arbeiten in Ungarn leitet, pflegt im oberen Dunajec „das kleinste Wasser in den Wintermonaten Januar und Februar aufzutreten, das höchste hingegen in den Sommermonaten Juni und Juli, weil sowohl die größten Niederschläge als auch die Schneeschmelze auf die letztgenannte Zeit fallen. — Beim Poprad fallen ebenfalls die kleinsten Wasserstände in den Januar und Februar, das Hochwasser in den Juni und Juli, letzteres gewöhnlich nach mehrtägigem Regenwetter. Die Dauer des Hochwassers ist gering und überschreitet kaum 24 Stunden." Nach derselben Mittheilung sollten 1897 an der ungarischen Strecke des Poprad zwei Pegel errichtet werden. In Galizien wird seit 1888 ein Pegel bei A.-Sandec kurz vor der Mündung des Poprad regelmäßig beobachtet.

Am Dunajec liegt der oberste Pegel bei Golkowice (Km. 117,7, von der Mündung ab gerechnet) am Beginne des N.-Sandecer Kesselthals, also noch oberhalb der Popradmündung. Sodann folgen die Pegelstellen: N.-Sandec (Km. 106,0),

Kurow (Km. 97,8) unterhalb jenes Kesselthals, Melsztyn (Km. 57,6) im Zakliczyner Kesselthale, Zglobice (Km. 38,9) am Anfang der Flachlandstrecke, Zabno (Km. 17,6) unterhalb der Bialamündung und zuletzt noch Sjedliszowice (Km. 6,7). Von den Nebenflüssen hat nur noch die Biala zwei Pegelstellen bei Cjenzkowice und Koszyce. Seit 1867 werden die Beobachtungen an den Pegeln bei N.=Sandec, Zglobice und Zabno veröffentlicht. Für den erstgenannten Pegel ist die im Nachfolgenden benutzte Reihe 1871/95 ohne Lücken, während bei der Zglobicer Reihe in den Jahren 1871/72 einige Monate fehlen. Beim Pegel zu Zabno enthalten die Verzeichnisse im Anfange so viele Lücken, daß die Mittelwerthe nur für 1872/95 gebildet werden konnten. Bei Golkowice, A.=Sandec und Cjenzkowice hat die Veröffentlichung der Beobachtungen in den Jahren 1887/89 begonnen. Die für diese drei Pegel und vergleichsweise für N.=Sandec berechneten Mittelwerthe des 7 ½=jährigen, mit dem Sommerhalbjahre 1889 beginnenden Zeitraums 1889/96 sind zwar bei unseren Betrachtungen benutzt, aber zur Raumersparniß nicht abgedruckt worden. Von den Pegelstellen Kurow, Melsztyn, Sjedliszowice und Koszyce, die theilweise schon früher bestanden haben, werden die Ablesungen erst seit jüngster Zeit bekannt gegeben. Die Höhenlage der Nullpunkte beträgt a. P. Golkowice + 316,90 m, a. P. A.=Sandec + 306,27 m, a. P. N.=Sandec + 266,77 m, a. P. Sjedliszowice + 177,64 m; für die übrigen Pegel ist sie noch nicht ermittelt.

Im Erläuterungsbericht zum General=Regulierungsentwurfe für die galizischen Flüsse von 1885 war bemerkt worden, bei N.=Sandec sei „der mittlere jährliche Wasserstand seit dem Jahre 1874 im Wachsen begriffen, was wahrscheinlich darin seinen Grund hat, daß in dieser Strecke im Schwerpunkte des Kesselthals von N.=Sandec der Dunajec das meiste Material ablagert, was eine Hebung der Sohle bedingt. Am Pegel zu Zglobice hat sich der mittlere jährliche Wasserstand während der ganzen Beobachtungsperiode ungefähr auf gleicher Höhe erhalten, was ebenfalls für die Behauptung spricht, daß die Flußsohle bei N.=Sandec gehoben wurde." Wie sich aus der folgenden Tabelle ergiebt, hat thatsächlich das Mittelwasser daselbst in den Jahrfünften 1876/80 und 81/85 höher als 71/75 gelegen, ist aber seitdem wieder bedeutend gesunken, im letzten Jahrfünft sogar unter den Anfangswerth. Da auch bei Zglobice und Zabno seit 1881/85 eine, freilich kleinere, Abnahme stattgefunden hat, so wird die Verminderung der Mittelwasserhöhe wohl zum Theil auf einer zeitweiligen Verminderung der Wasserführung beruhen, zum andern Theil wohl auf einer Senkung der Sohle. In einem verwilderten Flusse vollziehen sich derartige vorübergehende Aenderungen, bald Hebungen, bald Senkungen, in mehr oder weniger langen Zeitspannen (vgl. S. 223/4, 241, 282). Daß sie bei N.=Sandec etwas größere Beträge annehmen können als im unteren Dunajec und in der Weichsel, versteht sich nach der Schilderung des Flußlaufs von selbst. Aenderungen an der Höhenlage des Pegelnullpunktes scheinen nicht stattgefunden zu haben.

MW (m)	1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
N.=Sandec	1,11	1,52	1,48	1,22	0,84
Zglobice	0,19	0,14	0,09	0,05	—0,01
Zabno	—	0,20	0,15	0,12	0,05

Abb. 18.

Neu Sandec (1871/95)

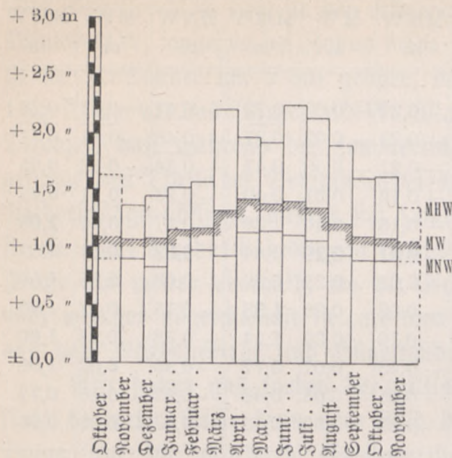


Abb. 19.

Zglobice (1871/95)

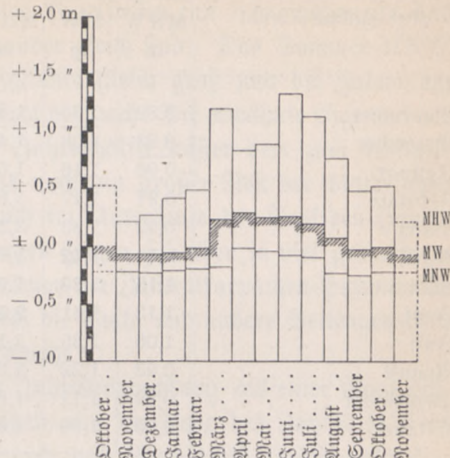
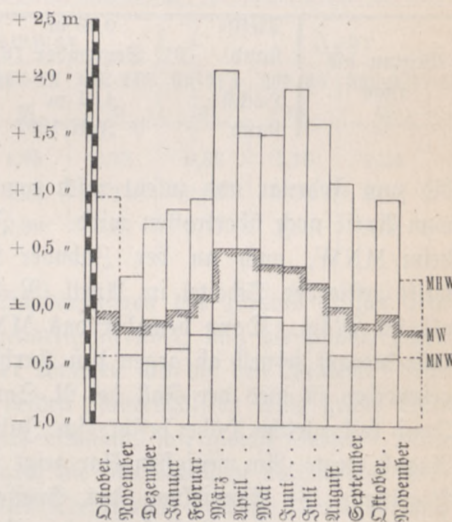


Abb. 20.

Zabno (1872/95)



In der Tabelle (S. 380) beziehen sich die monatlichen Mittelwerthe, deren Bewegung im Kreislaufe des Jahres auf den Abb. 18 bis 20 bildlich dargestellt ist, und die Hauptzahlen für Jahreshälften und Jahr auf das Vierteljahrhundert 1871/95, nur bei Zabno auf 1872/95. Dagegen wurden für die Bestimmung der Grenzwerthe alle verfügbaren Beobachtungen bis Oktober 1896 benutzt. Die jährliche Wasserstandsbewegung hat, wenn man zunächst den Gang des MHW betrachtet, mit den bisher betrachteten Gebirgsflüssen gemeinsam die doppelte Erhöhung, einmal im März durch die Schmelzwasserfluthen, sodann im Juni/Juli durch die sommerlichen Hochfluthen, die aber beim Dunajec nicht bloß von Regengüssen erzeugt werden, sondern auch einen kräftigen Zuschuß aus der Schneeschmelze des Hochgebirgs empfangen. Nach dem Herbste hin, wenn diese Quelle erloschen ist, nimmt das MHW rasch ab und wird am niedrigsten im November, der vom Hochwasser verschont zu werden scheint. — Eine wesentliche Verschiedenheit gegenüber den westlichen Weichsel-Nebenflüssen zeigt der besonders wichtige Verlauf des MW in den einzelnen Monaten, namentlich vom März bis Juli, in welcher Zeit bei N.-Sandec und Zglobice nur eine ganz geringe, bei Zabno eine etwas größere Abnahme stattfindet. Erst nach dem Abgange des Hochgebirgsschnees vermindert sich die Mittelwasserhöhe schnell bis zu ihrem geringsten Betrage im November/Dezember. Dann erfolgt das Anwachsen langsam

1871/95 (bei Zabno 72/95)	N.=Sandec			Zglobice			Zabno		
	MNW m	MW m	MHW m	MNW m	MW m	MHW m	MNW m	MW m	MHW m
November	0,89	1,06	1,36	— 0,22	— 0,07	0,22	— 0,41	— 0,17	0,28
Dezember	0,83	1,08	1,45	— 0,23	— 0,07	0,27	— 0,48	— 0,11	0,71
Januar	0,96	1,16	1,52	— 0,21	— 0,06	0,42	— 0,34	— 0,02	0,85
Februar	0,97	1,17	1,57	— 0,19	— 0,01	0,49	— 0,23	0,11	0,95
März	0,92	1,33	2,20	— 0,18	0,24	1,20	— 0,17	0,51	**2,06**
April	1,14	**1,42**	1,96	— **0,01**	**0,29**	0,84	**0,03**	**0,51**	1,52
Mai	**1,15**	1,39	1,92	— 0,05	0,25	0,89	— 0,08	0,38	1,50
Juni	1,12	1,41	**2,24**	— 0,08	0,26	**1,33**	— 0,15	0,37	1,90
Juli	1,06	1,35	2,13	— 0,10	0,20	1,14	— 0,26	0,23	1,60
August	0,93	1,22	1,89	— 0,23	0,07	0,77	— 0,39	0,02	1,09
September	0,89	1,11	1,61	— 0,25	— 0,03	0,48	— 0,47	— 0,13	0,73
Oktober	0,89	1,09	1,63	— 0,22	0,00	0,53	— 0,42	— 0,04	0,95
Winter	0,76	1,20	2,36	— 0,32	0,05	1,37	— 0,54	0,14	2,50
Sommer	0,78	1,26	2,91	— 0,32	0,12	2,02	— 0,55	0,14	3,08
Jahr	0,64	1,23	2,98	— 0,40	0,09	2,17	— 0,63	0,14	3,30
Beginn bis 1896 — Tiefststand	0,00 m 21. September 1872			— 0,75 m 20. Juni 1876			— 0,90 m 9. 12. 13. Septr. 1895		
Beginn bis 1896 — Höchststand	4,11 m 9. Juli 1867			4,64 m 10. 11. Juli 1867			4,84 m 7. Juni 1893		

bis zum Februar und zuletzt rasch zum März, der bei N.=Sandec und Zglobice vom April noch übertroffen wird. — In weit größerem Maße ist dies der Fall beim MNW, auch an der Zabnoer Pegelstelle. Bei ihm liegt der sprungweise erstiegene Scheitel im April (N.=Sandec im Mai) um 17 bis 23 cm höher als im März. Dann bewahrt das MNW bis zum Juli beträchtliche Höhe und fällt hierauf schnell ab gegen den Herbst= und Winteranfang. Am meisten ausgesprochen ist dies der Fall bei N.=Sandec, wo das MNW im April, Mai und Juni fast gleiche Höhe besitzt, im Juli 6 cm tiefer, aber 13 cm höher als im August liegt. Am wenigsten klar zeigt sich die Erscheinung bei Zabno, für welche Pegelstelle die Einwirkung des Speisewassers der Zentralkarpathen viel mehr zurücktritt gegen den Zufluß aus den Beskiden und ihrem Vorlande. Thatsächlich zehren also beim Dunajec die Wasserstände der Monate April bis Juni und in den Juli hinein von den Niederschlägen, die als Schnee während des langen Winters im Hochgebirge gefallen sind.

Wenn man nun die Hauptzahlen für die Jahreshälften mit einander vergleicht, so tritt die oben angedeutete allmähliche Wandlung des Abflußvorganges im Dunajec noch deutlicher hervor. Das MHW des Sommerhalbjahres ist an allen drei Pegelstellen beträchtlich größer als das des Winterhalbjahres, und zwar bei N.=Sandec und Zglobice erheblich mehr als bei Zabno. Wenn man nämlich diese Zahlenunterschiede (0,55 m, 0,65 m und 0,58 m) in Vergleich stellt mit der mittleren Jahresschwankung MHW—MNW, letztere sonach als Ver=

gleichskala benutzt, so betragen die Mehrhöhen des Sommer-MHW gegen das Winter-MHW bei N.-Sandec und Zglobice 24 und 25 %, bei Zabno nur 15 %. Das Sommer-MW liegt an den erstgenannten Pegelstellen fast 3 % höher als das Winter-MW, wogegen bei Zabno beide einander gleich sind. Das Sommer-MNW ist bei N.-Sandec um 2 cm größer, bei Zglobice gleich groß und bei Zabno um 1 cm kleiner als das Winter-MNW. Man sieht demnach: Die erwähnte Eigenart des Dunajec, daß während der sommerlichen Jahreshälfte außer dem zum Abflusse gelangenden Theile der Sommerniederschläge noch ein großer Rest der winterlichen Niederschläge abfließt, äußert sich zwar auch im Unterlaufe der Beskiden-Hauptstrecke. Die hierdurch bedingten Erscheinungen zeigen sich aber in viel geringerem Maße als weiter oberhalb, wo die Einwirkung der Zentralkarpathen-Hauptstrecke noch weniger abgeschwächt ist, als dies durch die Biala und andere Seitengewässer aus dem Mittelgebirge und Hügelland geschieht.

Wir haben uns soeben der mittleren Jahresschwankung als einer Vergleichskala bedient. Diese kann man auch benutzen, um die Lage des Jahres-MW in Bezug auf die mittleren Grenzwerthe durch das Verhältniß (MW—MNW): (MHW—MNW) zahlenmäßig zu bestimmen. Ebenso verfahren wir für jedes der beiden Halbjahre. Als Grundlage hierfür dient folgende Tabelle der Schwankungen:

1871 (72)/95	Winter			Sommer			Jahr			
	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	HHW-NNW m
N.-Sandec . .	0,44	1,16	1,60	0,48	1,65	2,13	0,59	1,75	2,34	4,12
Zglobice . . .	0,37	1,32	1,69	0,44	1,90	2,34	0,49	2,08	2,57	5,39
Zabno . . .	0,68	2,36	3,04	0,69	2,94	3,63	0,77	3,16	3,93	5,74

Selbstverständlich müssen die mittleren Schwankungen des Jahres größer sein als in jedem der beiden Halbjahre. Eigenartig ist aber, daß die sommerlichen Schwankungen denen des Jahres viel näher kommen als die des Winters. Nur die Schwankung MW—MNW zeigt in beiden Jahreshälften keine große Verschiedenheit und bei Zabno, wie oben bereits erwähnt, fast gleiche Größe. Man erwäge dabei, daß der winterliche Frost durch die öfters nahezu vollständige Aufhebung des oberirdischen Abflusses dieselben Tiefststände herbeizuführen vermag wie die heiße Jahreszeit mit ihrer starken Verdunstung nach langer Trockenheit. Das Verhältniß (MW—MNW): (MHW—MNW) erhält daher sein Gepräge hauptsächlich durch die Höhenlage des MHW über MW. Es besitzt folgende Werthe:

Pegelstelle	Winter	Sommer	Jahr
N.-Sandec	28 %	23 %	25 %
Zglobice	22 %	19 %	19 %
Zabno	22 %	19 %	20 %

Das Mittelwasser liegt hiernach bei N.-Sandec beträchtlich näher an dem mittleren Hochwasser als bei Zglobice und Zabno. An allen drei Pegelstellen hat das Mittelwasser im Sommer ähnliche Lage wie im ganzen Jahre, im Winter

aber eine verhältnißmäßig höhere Lage. Letzterer Umstand zeigt, daß im winterlichen Halbjahre die Höchstſtände verhältnißmäßig niedriger bleiben als im Sommer. Die höheren Prozentzahlen bei N.-Sandec thun dar, daß an dieser Pegelstelle die Höchststände durchschnittlich weniger hoch anwachsen als bei Zglobice und Zabno, was vermuthlich durch die weite Ausbreitung der Wassermassen im N.-Sandecer Kessel zu erklären sein wird. Auch mag dazu beitragen, daß die reichliche Speisung aus den Zentralkarpathen bis zum Juli hinein dem Sommer-MW eine beträchtliche Höhe sichert, während das Winter-MW durch vorzeitiges Thauwetter in dem Beskidenantheil des südlichen Dunajecgebietes verhältnißmäßig hoch gehalten wird. Mindestens zeigen die kurzen Reihen für 1889/96, daß bei Golkowice und A.-Sandec (Poprad) das monatliche Mittelwasser schon vom Januar ab bis einschließlich Juli über dem Jahres-MW oder doch in gleicher Höhe liegt, wogegen dies bei Czenzkowice (Biala) nur im März, April, Juni und Juli der Fall ist. Bei Golkowice und A.-Sandec zeigt auch das mittlere Hochwasser im Januar bereits eine kräftige Erhebung, die bei Czenzkowice nicht vorkommt, und das MHW des März übertrifft bei A.-Sandec alle übrigen Monatswerthe weitaus, auch in den durch ihre starken Regengüsse und Hochwassererscheinungen ausgezeichneten ersten Sommermonaten.

Wie aus den Abb. 18 bis 20 zu ersehen, hat die Pegelstelle Zabno den höchsten Werth des MHW im März, wogegen bei Zglobice und N.-Sandec der Juni einen höheren und der Juli einen wenig dahinter zurückbleibenden Werth besitzt; auch bei Zabno besitzen diese beiden Monate die nächsthohen Werthe des MHW. Für das Vierteljahrhundert 1871/95 sind die Monate März, Juni und Juli zweifelsohne vornehmlich die Hochwassermonate, denen sich in weiterem Abstande April, Mai und zuletzt August anreihen. Die Bedeutung des März innerhalb des Winterhalbjahres beruht schon allein darauf, daß z. B. bei N.-Sandec nahezu $^3/_5$ aller winterlichen Höchststände auf ihn entfallen, der Rest meistens auf den April. Unter den sommerlichen Höchstständen kommen aber nur 32 % auf den Juni und 20 % auf den Juli, ebenso viele auf den Mai, dessen MHW 32 cm niedriger als dasjenige des Juni ist. Daraus geht hervor, daß die Höchststände im Juni durchschnittlich besonders hoch sein müssen, weshalb denn auch dieser Monat unter den Höchstständen des ganzen Jahres die meisten aufweist. Um Zufälligkeiten möglichst auszuscheiden, betrachten wir die Häufigkeitszahlen der jährlichen höchsten und niedrigsten Wasserstände nicht für jeden einzelnen Pegel, sondern die Durchschnittszahlen für die drei Pegelstellen, in Prozenten der ganzen Summe ausgedrückt. Dem Juni zunächst kommt der Juli, sodann der März und bald danach der Mai, dessen mittelhohen Anschwellungen namentlich in Jahren ohne eigentliche Sommerhochfluthen und mit geringen Schmelzwasserfluthen der Vorrang zufällt (vergl. S. 383).

Von den Jahres-Tiefststände bleibt der Mai neben dem April frei, weil die Schneeschmelze und ihre Nachwirkungen, besonders das reichliche Fließen der Quellen, in diesen Monaten und noch bis in den Juli hinein zur Geltung kommen. Je mehr diese Ursache der Wasserfülle versagt, um so größer wird der Prozentsatz der Tiefststände, am größten im September. Der Oktober weist eine beträchtliche Abnahme auf, vielleicht weil im Spätherbste bereits die Ver-

Prozentzahlen für 1871/95 der	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Höchststände .	0	3	1	3	16	8	14	**26**	17	8	3	1	31	69	100
Tiefststände .	17	16	12	3,5	3,5	0	0	1	5	10	**22**	10	52	48	100

dunstung weniger wirksam ist. Vom November ab macht sich die Bindung der Niederschläge durch den Frost geltend. Januar und Februar würden wohl höhere Prozentsätze zeigen, wenn nicht in Folge der Eisbedeckung die Wasserstandsangaben im strengen Winter zu hoch ausfielen. Beim Februar kommt aber jedenfalls hierzu die Hebung des Wasserspiegels während vorzeitigen Thauwetters.

Die im Tabellenbande mitgetheilte Zusammenstellung derjenigen Wasserstände, welche bei N.-Sandec im Zeitraume 1871/95 die einzelnen, von 20 zu 20 cm fortschreitenden Stufen der Pegelhöhe nicht erreicht haben, lehrt gleichfalls, daß die Schneeschmelze im Dunajecgebiet länger anhält als in den übrigen galizischen Flußgebieten. Mai und Juni sind die einzigen Monate, in denen Wasserstände unter 0,40 m nicht aufgetreten sind. Unter 1,20 m und über 2,20 m hat der Juni für alle Stufen die geringste Anzahl von tiefer liegenden Wasserständen; bei den dazwischen liegenden Stufen fällt die geringste Anzahl auf den Mai und April. Mit anderen Worten: die Wasserstände sind im Allgemeinen im Juni höher als in allen übrigen Monaten; nur bei mittlerem Wasser kommen im Mai und April verhältnißmäßig höhere Wasserstände vor. Außer diesen drei Monaten haben Juli und März meistens über den Durchschnitt hohe Wasserstände, bei mittlerem Wasser auch Februar und Januar, bei hohem Wasser der August. Unter 0,60 m (0,64 m a. P. ist das Jahres-MNW) bleiben 10,1 % der winterlichen und nur 7,5 % der sommerlichen Wasserstände, unter 1,20 m (1,23 m a. P. ist das Jahres-MW) 50,3 % der winterlichen und nur 40,4 % der sommerlichen. Steigen wir um einen gleichen Sprung höher bis zu 1,80 m, so ist das Verhältniß umgekehrt, da im Winter nur 89,1 %, im Sommer aber 90,2 % niedriger bleiben. Aber von 2,20 m ab tritt wieder das alte Verhältniß ein: 98,5 % im Winter, 97,2 % im Sommer. Ueber 3,00 m (2,98 m a. P. ist das Jahres-MHW) erheben sich gar keine winterlichen Wasserstände. Im ganzen Jahre liegen über dem mittleren Hochwasser überhaupt nur 0,3 % (d. h. ein Tag), ferner über Mittelwasser etwa 51 %, unter Mittelwasser also 49 %, unter dem mittleren Niedrigwasser nur noch 10 bis 11 % der jährlichen Wasserstände.

Nach diesen Angaben läßt sich erwarten, daß der am häufigsten eintretende Wasserstand (Scheitelwerth SW) und der gleich oft über- oder unterschrittene (gewöhnliche Wasserstand GW) nahe beim Mittelwasser liegen werden, und zwar im Jahresdurchschnitt, besonders aber im Sommerhalbjahr etwas höher, dagegen im Winterhalbjahr etwas niedriger. Die Tabelle auf S. 384 zeigt die Lage von SW und GW im Vergleich zu den übrigen Hauptzahlen der Pegelstelle N.-Sandec.

Messungen von Wassermengen sind im August 1885 an verschiedenen Stellen der Beskiden-Hauptstrecke bei ziemlich niedrigen Wasserständen ausgeführt

1871/95	NNW m	MNW m	SW m	GW m	MW m	MHW m	HHW m
Winter . .	0,04	0,76	1,12	1,20	1,20	2,36	2,90
Sommer . .	0,00	0,78	1,33	1,29	1,26	2,91	3,90
Jahr . . .	0,00	0,64	1,29	1,25	1,23	2,98	3,90

und die Abflußmengen für das damals geltende Mittelwasser daraus abgeleitet worden. Das damalige Mittelwasser (1,27 m a. P. N.-Sandec und 0,14 m a. P. Zglobice) stimmt übrigens auf einen Mehrwerth von 4 bis 5 cm mit dem 25-jährigen Werthe aus 1871/95 überein. Danach ergaben sich als sekundliche Abflußmengen: bei Czernjec (Km. 132,0) 34 cbm, oberhalb der Popradmündung (Km. 110,6) 39 cbm, im Poprad an seiner Mündung 22 cbm, unterhalb der Popradmündung (Km. 109,9) 61 cbm, bei Tropje unterhalb der Lososinamündung (Km. 70,0) 67 cbm, bei Melsztyn (Km. 57,6) 69 cbm und bei Zglobice (Km. 38,9) 72 cbm. Ferner ist aus einer am 25. Mai 1888 bei 0,30 m a. P. Zabno ausgeführten Messung in der Mündungstrecke (110 cbm/sec) für das damals geltende, von dem 24-jährigen nur um 2 cm abweichende Mittelwasser 0,12 m a. P. Zabno die Abflußmenge auf 92 cbm/sec ermittelt worden. Die aus diesen Abflußmengen berechneten sekundlichen Abflußzahlen schwanken in weiten Grenzen. Nehmen wir für das ganze Dunajecgebiet (6958 qkm) die zuletzt genannte Abflußmenge als zutreffend an, so wäre die dem Mittelwasser entsprechende sekundliche Abflußzahl auf 13,2 l/qkm anzunehmen. Jedenfalls ist der Dunajec ein sehr wasserreicher Fluß.

Für das Hochwasser vom 20. Juni 1884, dessen Höchststand an der Eisenbahnbrücke bei Bogumilowice 3,30 m über Pegelnull betrug (3,45 m a. P. Zglobice), wurde die durch diese Brücke abgeflossene Wassermenge auf 2808 cbm/sec berechnet und daraus abgeleitet, daß sie für das Hochwasser vom 10./11. Juli 1867 (3,87 m am Bogumilowicer Brückenpegel, 4,64 m a. P. Zglobice) auf 3724 cbm/sec anzunehmen sei. Wenn diese Angaben ungefähr zutreffen, was sich der Nachprüfung entzieht, so könnte wohl, da weiter unterhalb noch durch die Biala ein bedeutender Gebietszuwachs erfolgt, die Schätzung der größten Abflußmenge des Dunajec auf 4000 cbm/sec (0,58 cbm/qkm sekundliche Abflußzahl) richtig sein. Vom galizischen Landes-Meliorationsbureau sind bei den Eindeichungsentwürfen noch größere Abflußzahlen zu Grunde gelegt worden, nämlich für den Dunajec 0,69 cbm/qkm und für die Biala sogar 1,20 cbm/qkm. Hierbei läßt man aber, um keinenfalls zu kleine Abmessungen der Deichweiten und Deichhöhen zu bekommen, wohl etwas weit gehende Vorsicht walten.

III. Wasserwirthschaft.

Von Zglobice ab gilt der Dunajec als schiffbarer Fluß und steht als solcher in staatlicher Fürsorge, wird jedoch einstweilen noch nicht zur Schiffahrt benutzt. Dagegen beginnt die Flößerei bei günstigen Wasserständen schon in Czorsztyn, besonders im Frühjahr und Sommeranfang. Von dort bis Zglobice liegen etwa

zwölf Holzlagerplätze am Dunajec. Beim letztgenannten Orte werden die kleinen, von oben herab kommenden Traften zu größeren, in die Weichsel übergehenden Flößen verbunden. An der Nebenzollamts-Expositur Tarnuw sind 1886/90 jährlich 230 Fahrzeuge mit 6791 t Ladung, 1891/95 jährlich 240 Fahrzeuge mit 22 296 t Ladung gezählt worden. Man darf wohl annehmen, daß diese Fahrzeuge ausschließlich Flöße gewesen sind, da von anderer Seite angegeben wird, daß aus dem Dunajec jährlich 200 bis 260 Flöße in die Weichsel übergehen. Früher war der Floßverkehr angeblich größer, hat aber durch die Eisenbahnen, zumal der Zustand des Bettes ohnehin für die Flößerei sehr hinderlich ist, bedeutend abgenommen. Andere Waaren, die ehemals auf den Flößen verfrachtet wurden, namentlich die auf dem Poprad aus Ungarn gebrachten Güter (Eisen, Glas, Holzkohle, Wein, Obst), werden jetzt wohl ausschließlich der sicheren und rascheren Bahnbeförderung anvertraut.

Die früher beträchtliche Benutzung des Dunajec und Poprad als natürliche, durch das Beskidengebirge nach dem ungarischen Nachbarlande führende Wasserstraße hat vermuthlich Anlaß dazu gegeben, daß der Flußlauf des Dunajec nirgends durch Wehre versperrt ist. Außer der bereits genannten Eisenbahnbrücke bei Bogumilowice unweit Tarnuw führt nur noch eine zweite bei N.-Sandec für die Transversalbahn über den Fluß, wozu demnächst noch die Brücke der von Chabuwka nach Zakopane geplanten Eisenbahn bei Neumarkt kommen wird. An acht Stellen sind gut gebaute Straßenbrücken, an drei Stellen einfache Wegebrücken vorhanden. Im Uebrigen ist der Verkehr zwischen den beiden Ufern auf Fähren angewiesen, namentlich am Unterlaufe.

Die gefährdete Lage der Brücken hat allenthalben zur Herstellung von Flußbauten Anlaß gegeben, welche das Bett in Nähe dieser Bauwerke festlegen sollen, z. B. bei N.-Sandec zu einer Gruppe von Parallelwerken und Buhnen aus Stein und Packwerk, bei Melsztyn zu zwei Durchstichen mit Uferschutzbauten u. s. w. Von Czorsztyn bis zum Rothen Kloster (Rothkloster) und von Szczawnica bis A.-Sandec, auch weiter flußabwärts waren stellenweise Schutzbauten für die hart am Flusse gelegenen Landstraßen erforderlich. An anderen Stellen mußten stark bedrohte Ortschaften oder werthvolle Grundstücke gesichert werden, z. B. bei Roznuw—Roztoka, wo ein steinernes Deckwerk den weiteren Abbruch in der Krümmung gegen die Dorflage hin verhindert, und von Zakliczyn bis Wjelka-wjes. Bei Wojnicz oberhalb Zglobice ist eine Schleife mittels Durchstiches abgeschnitten worden. Umfangreichere Bauten haben früher bereits im Unterlaufe stattgefunden, neuerdings besonders auf den als Versuchstrecken zur Ermittlung des zweckmäßigen Abstandes der Parallelbauten dienenden Strecken: ober- und unterhalb Zglobice auf 11 km Länge und von der Mündung aufwärts auf 4 km Länge. Eine andere Versuchstrecke liegt im N.-Sandecer Bezirk zwischen Dombrowa und Kurow.

Die Eindeichung der Dunajecniederung beginnt an der Eisenbahnbrücke bei Bogumilowice unweit Tarnuw und ist bis zur Mündung weiter geführt, wo die Dunajecdeiche an die Weichseldeiche anschließen. Der linksseitige, 32 km lange Deich war im Sommer 1897 auf der oberen Strecke noch nicht vollendet, der rechtsseitige, 34 km lange Deich im Anschluß an die Bialadeiche theilweise neu-,

theilweise umgebaut. Kurze Angaben über die Deich- und Entwässerungsanlagen finden sich auf S. 47/48 und S. 278, über den Ausbau des Bialaflusses und die Wildbachverbauungen an der oberen Biala auf S. 55/56 und S. 264/65.

Unter Hinweis auf das früher Bemerkte über die im Dunajecgebiete, namentlich für die Tatragewässer geplanten Wildbachverbauungen (vergl. S. 264) mögen hier noch einige Angaben über die bereits ausgeführten Bauten am Michaluw-, Niszkowka-, Wjenckowka- und Milowkabache folgen. — Der Michaluwbach fließt mit 50 bis 150°/₀₀ Gefälle vom Beskidenhauptkamme in die Neumarkter Ebene und dort mit 10 bis 20°/₀₀ Gefälle bei Maniowy von links in den Dunajec zwischen der Bialkamündung und Czorsztyn. Aus den oberhalb des Dorfes abgelagerten Schuttmassen führte der Bach früher eine beträchtliche Menge von Schotter und Schlamm in das stets neu aufgefüllte Bett innerhalb der Dorflage, welchem Uebelstande durch den Ausbau letzterer Strecke und die Festlegung der Abbruchstellen begegnet ist. — Der Niszkowkabach gehört zu den Wildbächen, welche im N.-Sandecer Kesselthale förmliche Schotterwälle angeschüttet haben. Der seinige ist vom Dorfe Niszkowa bis zur Einmündung in den Dunajec bei Swiniarsko auf 2,8 km Länge bis zu 3 m Höhe der Bachsohle über dem angrenzenden Gelände angewachsen, indem die aus Rasensoden bestehenden Dämme zu beiden Seiten des Bachbettes nach jeder Verschotterung künstlich aufgehöht und immer wieder von Neuem verschüttet wurden. Um den bei seitlichen Ausbrüchen eintretenden Verheerungen und der drohenden Versumpfung des fruchtbaren Seitengeländes entgegenzuwirken, ist das Bett des Unterlaufs erweitert, der in dünnplattigen Thonschiefer eingeschnittene Oberlauf des Baches nebst seinen Zubringern verbaut und das Weideland seines Niederschlagsgebiets aufgeforstet worden.

Die am Wjenckowka- und Milowkabache vorgenommenen Bauten sind keine eigentlichen Wildbachverbauungen, da beide Bäche nicht dem Gebirge angehören, sondern nur als Hügellandbäche gelten können, die mäßiges, von 6 auf 2°/₀₀ abnehmendes Gefälle besitzen. Sie münden unweit Wojnicz (oberhalb Zglobice) in den Dunajec, kurz bevor er in das Flachland eintritt. In seiner fruchtbaren Niederung haben diese Bäche Dämme bis zu 2 m Höhe aufgeschüttet, von denen aus ihr Hochwasser die anliegenden Grundstücke weithin überschwemmte und versumpfte. Beide stammen aus einem durchweg lehmigen, undurchlässigen Niederschlagsgebiet und führen nach heftigem Regen große Schlamm- und Erdmassen mit sich, welche das zu enge Bett des Unterlaufs zu verstopfen pflegten. In ihren oberen Strecken war nur eine Berasung der abbrüchigen Ufer erforderlich, in den unteren Strecken dagegen die Herstellung eines völlig neuen Bettes, das geräumig genug zur geregelten Ableitung des Hochwassers ist.

2. Abtheilung. 9. Kapitel.

Die Wisloka.

I. Flußlauf und Flußthal.

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Von den drei Quellflüssen der Wisloka, welche sich bei Jaslo vereinigen (Ropa, Dembowka oder Wisloka, Jasiolka), gilt der mittlere als Haupt-Quellfluß, von seinen Ursprungsbächen der am Beskidgipfel des Hauptkammes bei Radocyna entspringende, der sich in Rostajne mit dem Ryjakbache vereinigt, als eigentlicher Quellbach. Wie er die zuerst nördliche Richtung später mit der östlichen vertauscht, also ein Knie bildet, so beschreibt auch der Oberlauf der Wisloka bis zum Austritt aus dem Gebirgslande bei Zmigrud ein doppeltes Knie, womit der Fluß immer weiter nach Norden und dabei etwas weiter nach Osten gelangt. Der durch das Hügelland ziehende Mittellauf weicht dagegen nur wenig von der Richtung Nord-zu-West ab. Er besteht aus dem oberen Abschnitte bis zu den Mündungen der Ropa und Jasiolka bei der Bezirkshauptstadt Jaslo (hier vermehrt sich die Abflußmenge um das Doppelte bis Dreifache), sowie dem unteren Abschnitte von da bis Labuzje bei der Bezirkshauptstadt Pilzno. Der Unterlauf hält sich bis zur Wjelopolkamündung mit nordöstlicher Richtung im höheren, leichtwelligen Flachlande, sodann mit nördlicher Richtung in der Weichselebene, die jenseits Mjelec in die Stromniederung übergeht. Die Tabelle auf S. 388 zeigt die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse der einzelnen Strecken.

Die große Entwicklungszahl des Oberlaufs rührt hauptsächlich vom mehrfachen Richtungswechsel des Flußthals her, ebenso die mäßig große des Quellbachs. Auf den übrigen Strecken beschreibt das Thal nur kleinere Krümmungen, und der Fluß hat selten so scharfe Windungen, daß Durchstiche in Frage kämen oder ausgeführt worden sind, z. B. bei Latoszyn oberhalb Dembica. Als kleinste äußere Halbmesser sollen beim Ausbau im unteren Abschnitte des Mittellaufs 400, im oberen Abschnitte des Unterlaufs 500, im unteren Abschnitte des Unterlaufs 600 m durchgeführt werden, was etwa 375 bis 570 m Halbmesser der Flußachse entspricht. Die Gesammtentwicklung der Wisloka ist geringer wie bei allen übrigen Gebirgsflüssen des Weichselgebiets. Auch Flußstrecken mit gespaltenem

Flußstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
	575						
Quellbach (Quelle—Rostajne) . .		150	10,0	15,0	67	7,3	37,0
	425						
Oberlauf (Rostajne—Zmigrud) . .		153	27,8	5,50	182	14,1	97,2
	272						
Mittellauf, obere Strecke (Zmigrud—Jaslo)		57	20,2	2,82	354	16,0	26,3
	215						
Mittellauf, untere Strecke (Jaslo—Pilzno)		26	38,5	0,675	1480	28,8	33,7
	189						
Unterlauf, obere Strecke (Pilzno—Wjelopolkamündung		13	24,9	0,522	1920	19,1	30,4
	176						
Unterlauf, untere Strecke (Wjelopolkamündung—Mündung		22	45,0	0,489	2050	35,7	26,1
	154						
Im Ganzen	—	421	166,4	2,53	395	112,3	48,2

oder gar verästeltem Laufe finden sich nur ausnahmsweise, nämlich oberhalb Jaslo, sowie zwischen Jaworze und Mokrzec oberhalb Pilzno. Im Unterlaufe entstehen nur bei Niedrigwasser, wenn die Mittelsände zu Tag treten, neben der eigentlichen Rinne kleinere Nebenrinnen, deren Lage häufigen Wandlungen unterworfen ist. Das Gefälle hat bis Jaslo beträchtliche Größe und vermindert sich unterhalb der Jasiolkamündung plötzlich bedeutend. Nach der Mündung hin nimmt es dann ungewöhnlich langsam ab, ist aber für einen Gebirgsfluß schon von Jaslo ab ziemlich mäßig.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Flußbetts.

Obgleich die Wisloka meist ein einheitliches Bett und keine so ausgedehnten Schotterfelder besitzt, wie die weiter westlich gelegenen Gebirgsflüsse, zeigt ihre Sohle doch vielfach bedeutende Ablagerungen, die im Oberlaufe und im oberen Mittellaufe aus mittelgrobem Schotter, im unteren Mittellaufe aus feinem Schotter und im Unterlaufe aus grobkörnigem Sand bestehen. Oberhalb Jaslo sind die Geschiebe meist länglich geformt, 10 bis 15 cm lang, 2 bis 5 cm breit und stark. Bis nach Kolaczyce am Anfange des unteren Mittellaufs ist das Bett zuweilen in Sandsteinfelsen eingeschnitten, wo die Wisloka sich hart an die Thalwand drängt oder in einer schluchtförmigen Thalenge fließt, was oberhalb Jaslo mehrfach geschieht. Auch beim Durchschneiden der Lößzone hat der Fluß mehrfach zerklüftete Hochufer durch Abbruch gebildet. Ueberhaupt ist das Bett meistens ziemlich tief in die Thalsohle eingeschnitten. Seine steilen Ufer bestehen in den oberen Strecken aus wechselnden Schichten von Gerölle und Lehm, im letzten Theile der Hügellandstrecke und im Flachlande aus wechselnden Schichten von Lehm und feinem Sande. Unterhalb der Wjelopolkamündung bildet der feine

Sand den vorwiegenden Bestandtheil des Untergrundes der lehmigen Bodendecke. Die geringe Widerstandsfähigkeit dieser Bodenarten kommt durch zahlreiche Abbrüche mit übermäßig steilen Wänden zum Ausdruck. Diese liefern bei Hochwasser große Massen von lehmigen und sandigen Sinkstoffen, welche die beim Ausbaue abgeschnittenen Nebenrinnen sehr rasch auflanden und die der Strömung entzogenen Sandfelder schnell mit einer fruchtbaren Schlicklage verhüllen, in der die Weidenpflanzungen vortrefflich gedeihen. Oefters liegen zahlreiche Baumstämme im sandigen Bett, z. B. bei Podgrodzje oberhalb Dembica, seltener Steinriffe, z. B. bei Mjelec, wo sie beim Uebergange aus dem diluvialen Flachlande in die Alluvialniederung vielleicht durch Auswaschung des unter dem Diluvialsande lagernden Geschiebelehms entstanden sind.

An der Pegelstelle Labuzje unweit Pilzno ist das Bett der Wisloka tief eingeschnitten und bei Hochwasser auf die Brückenöffnungen beschränkt. Obgleich sich bei sehr hohen Wasserständen oberhalb die Abflußmassen auf etwa 600 m und unterhalb noch viel breiter ausdehnen können, ist am 29. Juli 1879 dort doch der Höchststand 6,50 m erreicht worden, während das Mittelwasser der Jahresreihe 1871/95 auf 0,30 m, der bekannte Tiefststand vom Oktober 1880 auf — 0,90 m liegt. Die größte bekannte Schwankung der Wasserstände beträgt daher 7,40 m, die durchschnittliche Schwankung 3,73 m, nämlich 3,14 über und 0,59 unter Mittelwasser. Um einen Vergleich mit anderen, kürzer beobachteten Pegelstellen zu ermöglichen, sei außerdem die größte Schwankung für die Jahresreihe 1888/96 mitgetheilt, in welcher das Mittelwasser 0,37 m, der Höchststand (am 8. Juli 1895) aber nur 4,05 m a. P. Labuzje betragen hat. Auch für diese kurze Reihe ist die größte Schwankung ziemlich groß, nämlich 4,53 m. Noch etwas größer war sie bei Mjelec (4,74 m), obgleich dort für das Hochwasser sehr geräumige Brückenöffnungen und ein breites Bett mit ziemlich niedrigen Ufern zur Verfügung stehen, fast ebenso groß (4,50 m) bei Gawluszowice unweit der Mündung. An den oberen Pegelstellen der Wisloka, der Ropa und Jasiolka ergaben sich Schwankungen von 2,38 bis 3,64 m, durchschnittlich von 3,07 m, da die Hochfluthen dort freie Ausdehnung finden und keine so großen Wassermassen abführen. Wenn nun auch eine ungewöhnliche Hochfluth, wie die vom Juli 1879, in dem engen Fluthquerschnitt einen größeren Aufstau erfahren haben mag als das Hochwasser vom Juli 1895, so wird man doch wohl darauf rechnen müssen, daß die bisher bei Mjelec und Gawluszowice beobachteten Wasserstände um mindestens 2 m, an den oberen Pegelstellen um mindestens 1,5 m überschritten werden können. Für die Hochfluth vom Juni 1884, die bei Labuzje (6,35 m a. P.) nur wenig unter dem bekannten Höchststande blieb, ist die größte Abflußmenge bei Mjelec (Km. 19,3) rechnerisch auf 1700 cbm/sec ermittelt worden, welche Zahl auch für die Mündung anzunehmen sein dürfte.

Aus den im August 1885 vorgenommenen Wassermengen-Messungen wurde die dem Mittelwasser entsprechende sekundliche Abflußmenge auf 33 cbm bei Mjelec, 29 cbm bei Korzeniuw (Km. 41), 23 cbm bei Zawjerzbje (Km. 56), 18 cbm bei Krajowice (Km. 99) und 11 cbm unterhalb der Ropamündung (Km. 108) abgeleitet. Eine am 12. September 1888 in der Mündungstrecke bei dem kleinen Wasserstande 0,02 m a. P. Labuzje bewirkte Messung ergab 11 cbm/sec, was

angeblich der sekundlichen Abflußmenge 30 cbm bei Mittelwasser (0,30 m a. P. Labuzje) und 28 cbm beim Normalwasserstande (0,23 m a. P.) entspricht. Unter Zugrundlegung der für Mittelwasser gültigen Zahlen war die in der Mündungsstrecke nothwendige Normalbreite zwischen den Kronen der Parallelwerke und Buhnen auf 62 m festgestellt worden. Beim Ausbaue werden jedoch die dem Normalwasserstande entsprechenden Maße benutzt: eine Normalbreite von 57 m, die eine Spiegelbreite von 53 m bei Normalwasser frei läßt. Um mit 0,46 ‰ Gefälle 28 cbm/sec in einem 53 m breiten Bett abzuführen, sind 1,2 m größte Tiefe und 42 qm Querschnittsfläche erforderlich; die mittlere Geschwindigkeit beträgt dann nicht ganz 0,7 m/sec. Die jetzige Breite des Bettes ist bedeutend größer und bedarf überall der Einschränkung.

3. Form und Bodenzustände des Flußthals.

Der Quellbach hat ein enges, in das dort niedrige Gebirge 100 bis 150 m tief eingeschnittenes Thal. Am Oberlaufe erheben sich die gewöhnlich flach, in den Thalengen aber ziemlich steil geböschten Berge mit ihren Kuppen bis zu 300 m über die ausnahmsweise auf 0,6 km erweiterte, mit Wiesen bedeckte und mehrfach besiedelte Sohle. Im Hügellande dehnt sich das Thal sofort unterhalb Zmigrud auf 1,3 km aus und behält ähnliche Breite, die nur selten durch Bergvorsprünge bis herab auf 0,7 km ermäßigt wird, bis nach Pilzno bei. Die Thalwände sind meist flach geböscht, gewöhnlich nicht über 100 m hoch und werden landwirthschaftlich benutzt. Die Thalsohle besteht aus fettem oder sandigem Lehm auf Schotteruntergrund und bildet in der Regel eine flache, gut bebaute Terrasse neben dem durchschnittlich 0,6 bis 0,7 km breiten, mit sandig-lehmigem Alluvium bedeckten Ueberschwemmungsgebiete. An manchen Stellen fehlt die Diluvialterrasse; das Seitengelände liegt dann überall so niedrig, daß bei großen Hochfluthen das ganze Thal überfluthet wird.

Bei Pilzno öffnet sich links das Flachland, während zur Rechten der Wisloka der Hügelrand erst bei Latoszyn oberhalb der Dembicaer Eisenbahnbrücke (Linie Krakau—Przemysl) zurücktritt. Von da bis zur Wjelopolkamündung hält sich der Fluß rechts am Steilhange des mit fruchtbarem Löß bedeckten Vorlandes; links liegt eine nur im westlichen Theil völlig hochwasserfreie, 3 bis 4 km breite Niederung. Alsdann nähert sich die Wisloka dem linksseitigen Höhenlande bis Przeclaw, wo die Weichselebene beginnt. Diese besitzt indessen zunächst solche Höhenlage, daß das Seitengelände nicht auf große Breite überschwemmt wird. Besonders das rechte Ufer ist noch bis unterhalb der hoch über dem Flußspiegel liegenden Bezirkshauptstadt Mjelec gegen die Hochfluthen gesichert. Der Rückstau aus dem Weichselstrome reicht etwa 11 km flußaufwärts bis in die Gegend von Chrzanstuw, wo die beiderseitige Eindeichung beginnt. Aber schon gegenüber Mjelec (Km. 19,3) liegt die linksseitige, etwas weiter unterhalb von Zlotniki ab auch die rechtsseitige Niederung so tief, daß bei großem Hochwasser der Wisloka bedeutende Ausuferungen erfolgen und die unterhalb befindlichen Deiche hinterströmt werden. Eine Vervollständigung der Eindeichung ist, wie auf S. 278 bereits erwähnt, in Angriff genommen.

II. Abflußvorgang.

Die einfache Gestaltung des Wislokagebietes verleiht dem Abflußvorgang in den Ursprungsflüssen und im eigentlichen Flußlaufe ein gleichmäßiges Gepräge. Da das Gebirge im Quellgebiete der Wisloka niedriger als bei den übrigen Gebirgsflüssen ist und weniger Niederschläge empfängt, wird ihre Wasserführung in weit höherem Maße als bei den westlichen galizischen Gewässern durch die Speisung aus dem Hügellande bedingt, dessen Flächeninhalt den Umfang des Gebirgslandes übertrifft. Daß das Gebiet weiter gegen Osten abgerückt ist, trägt dazu bei, solche Hochwassererscheinungen seltener auftreten zu lassen, welche gleichzeitig das Oder- und Elbstromgebiet betreffen, oder vermindert doch ihre Heftigkeit. Andererseits spielen die eine Verzögerung der Schneeschmelze verursachenden Umstände im Wislokagebiete keine bedeutende Rolle; Bodengestalt und Bodenbeschaffenheit halten aber das Schmelzwasser nicht lange zurück, zumal die aufspeichernde Wirkung des Waldes gerade hier am wenigsten zur Geltung kommen kann. Obgleich nun die Wisloka durch das Vorherrschen der Schmelzwasserfluthen eine gewisse Aehnlichkeit mit den galizischen und linksseitigen Flachlandflüssen des Oberen Weichselstromgebiets zeigt, so unterscheidet sie sich doch wesentlich von ihnen und verräth ihre nahe Verwandtschaft mit den westlichen Beskidenflüssen durch die zwar seltener, aber zuweilen um so schlimmer auftretenden Hochfluthen in der sommerlichen Jahreshälfte.

Zur Beurtheilung des Abflußvorgangs stehen die Beobachtungen folgender Pegel zur Verfügung: bei Zmigrud (Km. 128,6, von der Mündung gerechnet; N. P. = + 269,47 m) seit 1887, bei Zolkuw (Km. 114,6; N. P = + 218,98 m) seit 1887, bei Labuzje (Km. 69,9) seit 1867, bei Mjelec (Km. 19,3) seit 1888, bei Gawluszowice (Km. 2,4; N. P. = + 153,26 m) seit 1888, ferner bei Gorlice und bei Klenczany (N. P. = + 251,15 m) an der Ropa seit 1887 und bei Jaslo (N. P. = + 213,10 m) an der Jasiolka seit 1887. Eine genügend lange Beobachtungsreihe weist nur die dicht bei der Bezirkshauptstadt Pilzno gelegene Pegelstelle Labuzje auf. Für die übrigen sieben Pegel konnten aber die Jahre 1888/96 untersucht und mit demselben Zeitraume bei Labuzje verglichen werden. Dieser Vergleich lehrt, daß bei allen Pegelstellen die Wasserstandsbewegung sich in gleichem Sinne vollzieht, wenn auch nach den Maßen und in unwesentlichen Einzelheiten verschieden. Man darf daher wohl annehmen, daß das durch die längere Reihe für Labuzje gewonnene Bild maßgebend ist für den ganzen Flußlauf.

Wie bei den Pegeln der übrigen galizischen Flüsse sind die Monats-, Halbjahr- und Jahres-Mittelwerthe aus der Reihe 1871/95 berechnet, die äußersten Grenzwerthe aber auf die ganze Beobachtungszeit von 1867 bis Ende Oktober 1896 bezogen. Aus den fünfjährigen Mittelwasserzahlen läßt sich nicht annehmen, daß eine dauernde Aenderung im Zustande des Flußbettes an der Pegelstelle erfolgt sei.

MW (m)	1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
Labuzje	0,26	0,28	0,30	0,22	0,46

Die nachfolgende Tabelle, zu welcher die bildliche Darstellung (Abb. 21) gehört, zeigt beim mittleren Hochwasser den Größtwerth im März, eine zweite beträchtliche Steigerung im Juni und eine geringe Erhebung im Oktober, auf welchen Monat der Kleinstwerth im November folgt. Das Mittelwasser erreicht seine größte Höhe gleichfalls im März, nimmt dann rasch ab zum Mai/Juni und langsamer bis zum September; während der Herbst- und Wintermonate steigt es wieder allmählich bis zum Februar. Letzterer Anstieg vollzieht sich beim mittleren Niedrigwasser verhältnißmäßig schneller, so daß Februar und März gleiche Mittelwerthe besitzen; zum April findet eine ganz geringe, von ihm zum Mai aber eine plötzliche Verminderung statt, in den Sommermonaten wieder ein langsames Abfallen zum September, der auch für MNW den kleinsten Betrag aufweist.

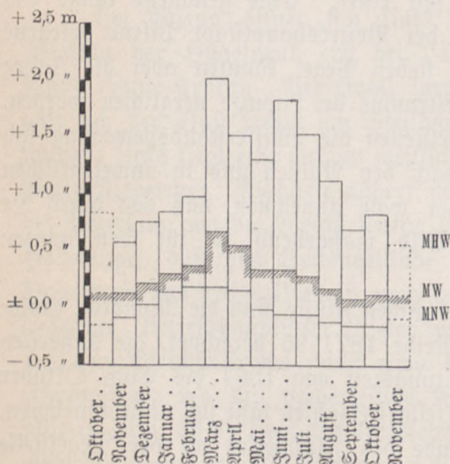
Labuzje 1871/95	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
MNW (m)	−0,08	0,02	0,14	0,19	**0,19**	0,16	−0,01	−0,05	−0,05	−0,11	−0,14	−0,14	−0,14	−0,24	−0,29
MW (m)	0,13	0,22	0,30	0,37	**0,68**	0,55	0,34	0,34	0,28	0,18	0,09	0,13	0,38	0,23	0,30
MHW (m)	0,57	0,76	0,85	0,98	**2,03**	1,52	1,31	1,83	1,53	1,12	0,70	0,84	2,47	2,87	3,44

1867/96 { Beobachteter Tiefststand — 0,90 m Oktober/November 1880.
{ Beobachteter Höchststand 6,50 m 29. Juli 1879.

Vergleicht man nun mit diesem Bilde über die Wasserstandsbewegung in den einzelnen Monaten die Hauptzahlen für die beiden Halbjahre, so ist ohne Weiteres erklärlich, daß beim MW die winterlichen Werthe höher sein müssen als diejenigen des Sommers, da im Winter drei Monate, hierunter zwei mit großen Beträgen, über dem Jahres-MW liegen, das im Sommer nur von den beiden ersten Monaten um ein Geringes übertroffen wird. Auch für das MNW leuchtet das Ueberwiegen im Winter sofort aus der bildlichen Darstellung ein. Daß aber der Sommer ein um 40 cm höheres MHW hat, muß auffallen, weil der März den Juni bedeutend an Höhe des mittleren Hochwassers übertrifft und dem Sommermonate Juli vom winterlichen Monat April die Wage gehalten wird. Offenbar treffen die winterlichen Höchststände häufiger in diese beiden Wintermonate, als die sommerlichen Höchststände in den Juni und Juli treffen; andererseits sind aber deren Hochfluthen durchschnittlich höher als die Schmelz-

Abb. 21.

Labuzje (1871/95)



wasserfluthen des März. Hält man dies mit dem oben über das jahreszeitliche Verhalten des MW und MNW Bemerkte zusammen, so ergiebt sich, daß die Eigenschaft der Wisloka als Gebirgsfluß schon allein durch den großen Wasserstandswechsel und die niedrige Lage des Mittelwassers in Bezug auf MNW und MHW im Sommer dargethan wird. Aus der folgenden Tabelle geht hervor, daß der Winter weit größere Gleichmäßigkeit aufweist, da bei ihm das Verhältniß (MW—MNW): (MHW—MNW) 20 %, beim Sommer aber nur 15 % und beim ganzen Jahre 16 % beträgt.

Winter			Sommer			Jahr			
MW—MNW m	MHW—MW m	MHW—MNW m	MW—MNW m	MHW—MW m	MHW—MNW m	MW—MNW m	MHW—MW m	MHW—MNW m	HHW—NNW m
0,52	2,09	2,61	0,47	2,64	3,11	0,59	3,14	3,73	7,40

Die größte Schwankung (HHW—NNW) ist fast genau doppelt so groß als die mittlere Schwankung des Jahres, woraus zu ersehen, daß die über das Jahres-MHW ansteigenden Wasserstände ziemlich selten sein müssen. Durchschnittlich entfällt auf 550 Tage nur ein Tag mit so hohem Wasserstand, und meistens gehören diese ausgesprochenen Hochfluthen dem Sommer an. Wenn nach der Tabelle über die Vertheilung der Höchststände und Tiefststände des Jahres dem Sommer nur 58 % der Höchststände zufallen, so steht dies nicht im Widerspruch mit dem oben Gesagten, da ja die Jahres-Höchststände keineswegs immer solche Hochfluthen sind. Während der drei Jahrzehnte 1867/96 hat sogar nur in zwölf Jahren die Ueberschreitung der kritischen Pegelhöhe 3,44 m stattgefunden, und zwar 8-mal im Sommer (hiervon je 3-mal im Juni und Juli) und 4-mal

Prozentzahlen für 1871/95 der	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Höchststände .	0	0	0	4	**34**	4	8	26	8	8	4	4	42	58	100
Tiefststände .	11	5	0	0	0	3	11	8	3	16	19	**24**	19	81	100

im Winter (hiervon 3-mal im März). Nach der vorstehenden Tabelle übertrifft jedoch der März mit 34 % der Jahres-Höchststände den nur 26 % umfassenden Juni — wieder ein Beweis dafür, daß die häufigeren mittelhohen Hochwasser hauptsächlich in die Zeit der Schneeschmelze, die selteneren, von starken Regengüssen verursachten großen Hochfluthen aber vorwiegend in den Sommer fallen. Frei von Höchstständen ist das Vierteljahr November/Januar, frei von Tiefstständen das Vierteljahr Januar/März. Am ruhigsten bleibt also der Fluß im Januar, wie leicht einzusehen; dagegen ist während des Sommers, ebenso wie der Wasserstandswechsel, auch die Vertheilung der Grenzwasserstände eine unruhige, da neben 58 % Höchstständen auf ihn 81 % Tiefststände entfallen, am meisten (24 %) auf den Oktober, dessen kleine Hochwasser Ausnahmeerscheinungen bilden.

Die Ermittlungen über die Häufigkeit der nach Stufen von 20 zu 20 cm geordneten Wasserstände zeigen, daß bis 2,20 m der März stets die geringsten Prozentzahlen der unter den einzelnen Stufenhöhen bleibenden Wasserstände hat; für die über 2,20 m gelegenen Stufenhöhen wird er durch Juni und Juli ersetzt. Beim Vergleiche der winterlichen und sommerlichen Jahreshälfte besitzt jene bis zu etwa 2,0 m a. P. hinauf die geringeren Prozentzahlen, namentlich in den niedrigeren Stufen. Beispielsweise bleiben unter 0,40 m a. P. (0,30 m ist das Jahres-MW) im Winter 58,8%, im Sommer aber 76,3%, dagegen unter — 0,20 m a. P. (— 0,29 m ist das Jahres-MNW) im Winter nur 2,1%, im Sommer 10,9%. Unter dem Mittelwasser des Jahres liegen etwa 58%, über demselben 42% aller Wasserstände. Dementsprechend liegt der gewöhnliche Wasserstand (GW) niedriger als MW, namentlich auch in der sommerlichen Jahreshälfte. Seine Lage und die des Scheitelwerthes (SW) in Bezug auf Mittelwasser und die übrigen Hauptzahlen ergeben sich aus der folgenden Tabelle, welche abermals das Uebergewicht darthut, das in Bezug auf die mittlere Wasserstandshöhe der Winter vor dem Sommer besitzt.

1871/95	NNW m	MNW m	SW m	GW m	MW m	MHW m	HHW m
Winter	— 0,90	— 0,14	0,17	0,32	0,38	2,47	4,40
Sommer . . .	— 0,90	— 0,24	0,22	0,18	0,23	2,87	6,50
Jahr . . .	— 0,90	— 0,29	0,19	0,25	0,30	3,44	6,50

Mag immerhin bis zu gewissem Grade der durch zu hohes Ablesen des Wasserstandes bei Eisbedeckung entstehende Fehler hierauf einwirken, so beruht jenes Uebergewicht doch hauptsächlich in der stärkeren Wasserführung des Winters, weil von den in Schneeform gefallenen Niederschlägen ein viel größerer Antheil zum Abflusse gelangt als vom sommerlichen Regen. Die Schneeschmelze scheint vorübergehend bereits im Januar zu beginnen und im Februar schon das Flußbett einigermaßen zu füllen. Mit großer Wucht betrifft sie aber den März und räumt dann so gründlich auf, daß das meiste Schmelzwasser noch in diesem Monate abfließt und der April in jeder Beziehung niedrigere Wasserstände hat. Für das Sommerhalbjahr bleibt von den winterlichen Niederschlägen viel weniger übrig, als dies in den Gebieten mit höherem Gebirgslande und mit durchlässigerem Boden aus verschiedenen Gründen der Fall ist. Die noch ziemlich bedeutende Wasserstandshöhe des Mai rührt von Regengüssen her, die wegen der besonders geringen Aufnahmefähigkeit des mit Feuchtigkeit getränkten und bei Nachtfrösten erhärtenden Bodens, sowie wegen der minder starken Verdunstung vollständiger als im Hochsommer zum Abflusse gelangen. Je weiter der Sommer vorschreitet, um so mehr verschwinden diese Ursachen, um so reichlicher fallen aber auch die Niederschläge und erzeugen die größten Hochfluthen, wenn zeitweilig bei heftigen Dauerregen der Boden gesättigt und der Verlust durch Verdunstung ermäßigt wird. Im Spätsommer und Herbste nehmen die Wasserstände zugleich mit den Niederschlägen ab und erreichen ihr geringstes Maß vom September

bis zum November, mit welchem Monate wiederum die Aufspeicherung in Schneeform beginnt.

Wenn die auf S. 389/90 mitgetheilten Angaben über die Abflußmengen annähernd richtig sind, wären die sekundlichen Abflußzahlen für das 4090 qkm große Wislokagebiet auf rd. 7,5 l/qkm bei Mittelwasser und auf rd. 0,42 cbm/qkm bei großem Hochwasser zu schätzen. Das galizische Landes-Meliorationsbureau hat bei den Eindeichungsentwürfen die dem größten Hochwasser der Wisloka entsprechende sekundliche Abflußzahl, wohl überreichlich, auf 0,62 cbm/qkm angenommen.

III. Wasserwirthschaft.

Von Mjelec ab gilt die Wisloka als schiffbar und wird von der staatlichen Wasserbauverwaltung in Stand gehalten, obgleich sie nicht zur Schiffahrt dient. Die Versuchstrecke von Brzyscje bis Kliszuw ist nach den auf S. 258/61 bezeichneten Grundsätzen mit vollem Erfolge ausgebaut worden, und der Ausbau wird auf der unterhalb gelegenen Mündungstrecke nach Maßgabe der verfügbaren Mittel fortgesetzt, um die Weichselgaleeren in den Fluß einführen zu können. Sein ziemlich mäßiges Gefälle und, von langen Trockenzeiten abgesehen, seine ausreichende Wassermenge würden die Weiterführung der Schiffahrt flußaufwärts voraussichtlich gestatten. Auch oberhalb jener Versuchstrecke sind in neuerer Zeit planmäßige Flußbauten mit Beihülfe vom Staat und Kronlande durch die Anlieger unter Leitung der Staatsbaubeamten hergestellt worden (z. B. bei Brzeznica oberhalb der Wjelopolkamündung), deren gleichfalls günstige Erfolge zu dem Gedanken geführt haben, allmählich die Wisloka bis in das Naphthagebiet hinauf schiffbar zu machen, um für die Thalfahrt Frachten zu gewinnen (vergl. S. 265). Eine zweite Versuchstrecke im unteren Mittellaufe zwischen Bukowa und Skurowa soll Anhalt für den zweckmäßigen Abstand der Parallelwerke verschaffen.

Die früher ausgeführten Flußbauten haben immer nur kurze Strecken des Flusses geregelt und waren nicht nach einheitlichem Plane hergestellt, so daß der angestrebte Zweck oft nicht genügend erreicht oder doch nicht dauernd gesichert wurde. Namentlich kommen hier in Betracht die zum Schutze der Brücken und Dämme ausgeführten Bauten an den sechs Stellen, wo die Wisloka zwischen Zmigrud und Mjelec von Straßen und Wegen gekreuzt wird, z. B. oberhalb Jaworze und bei Labuzje. Zwei Durchstiche oberhalb der 100 m weiten Transversalbahnbrücke bei Jaslo und der große Durchstich oberhalb der Dembicaer Eisenbahnbrücke (210 m Lichtweite), verbunden mit Parallelwerken und Buhnen, halten den Flußlauf daselbst in fester Bahn.

Zur Flößerei, welche ehemals von Jaslo abwärts stattfand, wird die Wisloka nicht mehr benutzt, da ihr Gebiet jetzt sehr waldarm ist. Auch zur Gewinnung von Wasserkraft dient der Fluß nur in den obersten Strecken; von Dembowjec (oberhalb Jaslo) abwärts befindet sich keine Wehranlage in der Wisloka.

Eingedeicht ist die Wisloka von der Mündung aufwärts bis Chrzanstuw, so weit der Rückstau aus dem Hauptstrome reicht. Wie auf S. 48 u. 278 bereits er-

wähnt, soll nach dem Gesetze vom 30. Januar 1896 die Eindeichung der Wisloka und Weichsel im Bezirke Mjelec als Bezirksunternehmen vervollständigt werden, um auch den oberen Theilen der Niederung Schutz gegen die Hochfluthen der Wisloka zu gewähren. Die vorhandenen Deiche gedenkt man nach den auf S. 275/6 bezeichneten Grundsätzen umzubauen und weiter flußaufwärts zu verlängern, am linken Ufer bis gegenüber Mjelec, am rechten Ufer bis zu dem unterhalb gelegenen Dorfe Zlotniki, im Ganzen auf 38,7 km Länge. Die linksseitige Niederung entwässert nach dem Alten Bren, die rechtsseitige durch den Chorzelowkakanal bei Przykop in die Weichsel. Kleinere Deichanlagen mögen wohl auch an den oberen Flußstrecken vorhanden sein; jedenfalls befindet sich eine solche am rechten Ufer oberhalb der Wjelopolkamündung bei Brzeznica.



2. Abtheilung. 10. Kapitel.

Der Wislok.

I. Flußlauf und Flußthal.

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Der Wislok ist wegen der Größe seines Gebiets, zumal er den San erst nach langem Laufe im Flachlande erreicht, als selbständiger Gebirgsfluß zu betrachten. Die Hauptwasserscheide berührt sein Gebiet nur auf einer ganz kurzen Strecke an der + 849 m hohen Pasikakuppe. Der hier entspringende Quellbach fließt in tief eingeschnittenem, schotterfreiem Bett durch ein enges Thal, das mit der lang gestreckten Ortschaft Wislok-wjelki besiedelt ist, knieförmig gegen Norden bis Surowica, wo der Moszczanjecbach links einmündet. Auch der Oberlauf durch das ziemlich niedrige Gebirge bis zum Beskoer Kesselthale hält nördliche Richtung ein. In diesem Thale biegt der Wislok nach Aufnahme der Pjelnica in großem Bogen gegen Nordwesten um nach Krosno und behält diese Richtung bis Frysztak bei, parallel mit dem Brzozuw-Dembicaer Hügelzuge. (Obere Strecke des Mittellaufs.) Nun durchschneidet er das Hügelland mit einem doppelknieförmigen, bis jenseits Strzyzuw östlich, dann bis Czudec nördlich, dann bis Babica wieder östlich und zuletzt bis zur Strugmündung oberhalb Rzeszuw nordöstlich gerichteten Laufe. (Untere Strecke des Mittellaufs.) Beim Uebergange in das Flachland, das bei dieser Bezirkshauptstadt beginnt, vollzieht der Wislok mit großem Bogen einen Wechsel aus der nordöstlichen in die östliche Richtung, welche er bis zur Einmündung der Mleczka bei Gnjewczyna beibehält. Von da ab nähert er sich mit vorwiegend nördlicher Richtung rasch dem San, in den er bei Dembno mündet. (Unterlauf.) Die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse des Flusses ergeben sich aus der Tabelle auf S. 398.

Beim Quellbache und beim unteren Mittellaufe wird die mäßig große Entwicklung vorzugsweise durch den Wechsel der Hauptrichtung bedingt, aber wesentlich verstärkt durch die Krümmungen des Flusses selbst. Im Oberlaufe ist das Thal vielfach gewunden. An den beiden anderen Strecken sind es namentlich die zahlreichen, im oberen Mittellaufe meist kurzen, aber sehr scharfen, am Unterlaufe als längere Schleifen gestalteten Windungen des Flusses in seinem

Flußstrecke	Höhenlage + m	Fallhöhe m	Lauflänge km	Mittleres Gefälle ‰	Mittleres Gefälle 1 : x	Luftlinie km	Entwicklung %
	800						
Quellbach (Quelle— Surowica) . .		373	17,0	21,9	46	11,4	49,1
	427						
Oberlauf (Surowica—Besko) . . .		141	23,0	6,13	163	17,0	35,3
	286						
Mittellauf, obere Strecke (Besko—Frysztak)		43	57,0	0,754	1330	30,8	85,1
	243						
Mittellauf, untere Strecke (Frysztak—Strugmündung)		41	50,0	0,820	1220	32,1	55,8
	202						
Unterlauf (Strugmündung—Mündung)		33	73,0	0,452	2210	45,0	62,2
	169						
Im Ganzen	—	631	220,0	2,87	349	103,6	112,4

schlank gerichteten Thale, welche die große Entwicklung hervorrufen. Die Gesammtentwicklung ist hauptsächlich durch die gewundene Gestalt des Flußlaufs, in zweiter Linie durch den mehrfachen Wechsel der Hauptrichtung sehr bedeutend, die ganze Lauflänge mehr als doppelt so groß wie die Luftlinie zwischen Quelle und Mündung.

Dagegen besitzt der Wislok nirgends größere Spaltungen; nur bei kleinen Wasserständen verästelt sich im oft übermäßig breiten Bette des Unterlaufs der Fluß zuweilen in einzelne, durch hohe Mittelsände getrennte Rinnen, und bei Hochwasser entstehen Seitenströmungen neben den Schleifen des Flußschlauchs. Daß solche Seitenströmungen öfters zu Verlegungen des Bettes Veranlassung gegeben haben, läßt sich aus den zahlreichen, meist gut verlandeten Altbetten schließen, die am Unterlaufe zum Theil noch durch Schlenken, zum Theil durch Stoßkurven in den Thalwänden zu erkennen sind. Der auf große Länge von Rzeszuw bis Bialobrzegi im Wislokthale fließende Alte Wislok, dessen ehemalige Abzweigung aus dem jetzigen Bett so hoch aufgelandet ist, daß selbst beim größten Hochwasser keine Umfluth mehr stattfindet, wirkt als Sammelkanal für die rechtsseitigen Hügellandbäche und für die Entwässerung der Niederung, wie in der Gebietsbeschreibung (vergl. S. 62) erwähnt wurde.

Nur der Quellbach und der Oberlauf haben sehr starkes Gefälle. Im Beskoer Kesselthale ermäßigt es sich plötzlich, nimmt beim Uebergange nach Krosno wieder zu und von da bis Frysztak abermals einen sehr geringen Betrag (etwa 0,3 ‰) an, so daß sein gemittelter Werth im oberen Mittellaufe nur rd. 0,75 ‰ beträgt. Beim Durchschneiden des Hügellandes wächst das Gefälle auf 0,82 ‰ und vermindert sich im Unterlaufe auf 0,5 bis zuletzt 0,4 ‰. Von der ganzen Fallhöhe (631 m) kommen bloß 117 m auf die 180 km lange Hügel- und Flachlandstrecke, entsprechend einem mittleren Gefälle von 0,65 ‰ (1 : 1540).

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Flußbetts.

Abgesehen vom Beskoer Kesselthale und von einigen Stellen des Unterlaufs, hat der Wislok meist hohe Ufer und ein geräumiges Bett, so daß er nur an den bezeichneten Strecken bei Hochwasser große Ausuferungen verursacht. Vom Austritt aus dem Kesselthale (bei Iskrzynia) bis Strzyzuw bestehen die Ufer, ebenso wie am Oberlaufe und am Quellbach, vielfach aus Sandstein mit Thonschieferschichten, gewöhnlich aber aus Lehm, dessen zu steile Böschungen oft durch Weidenpflanzungen gegen Abbruch geschützt sind. Unterhalb Strzyzuw wird der Lehm sandiger, und am Unterlaufe überwiegt der feine Sandboden bei den Uferwandungen, weshalb hier zahlreiche Abbrüche mit bedeutenden Landverlusten und Versandungen der von fruchtbarem Schlick bedeckten Uferländereien vorkommen.

Im Oberlaufe finden sich stellenweise Ablagerungen aus mittelgrobem Schotter. Im Mittellaufe vermindert sich die Menge und das Korn des Schotters beträchtlich, so daß gegen Rzeszuw hin nur noch feiner Schotter zwischen den beweglichen Sandmassen vorkommt und an der Czarnamündung (l.) die letzten Schotterspuren aufhören. Unterhalb derselben liegen nur noch Sand und Schlick im Flußbett. In Folge der zahlreichen Uferabbrüche und der leichten Beweglichkeit dieser Sohlenablagerungen führt der Wislok bei seinen Anschwellungen reichlich viel wandernde Sände und Sinkstoffe aus feinem Sand und Schlick, wodurch die Verlandungen abgeschnittener Rinnen rasch vor sich gehen und der Weidenwuchs an den Ufern gut gedeiht.

Der einzige, seit längerer Zeit beobachtete Pegel bei Rzeszuw zeigte in der Jahresreihe 1873/96 als Mittelwasser 2,25 m. Die durchschnittliche Schwankung der Wasserstände beträgt 3,19 m, nämlich 0,46 m unter und 2,73 m über Mittelwasser, die größte Schwankung dagegen (zwischen 0,97 m im September 1868 und 8,64 m am 10. Juli 1867) 7,67 m. Das ungewöhnlich hohe Ansteigen der Juli-Hochfluth von 1867 mag, ähnlich wie bei Przemysl und Radymno am San, zum Theil auf einer örtlichen Stauwirkung beruhen, da an diesen Pegelstellen und bei Labuzje an der Wisloka der Abfluß durch Brücken erfolgt, deren Fluthquerschnitte bei gewöhnlichem Hochwasser ausreichend groß sind, bei ungewöhnlichem aber die Anschwellung steigern. Hauptsächlich ist aber der große Wasserstandswechsel dem Umstande zuzuschreiben, daß auf längeren Flußstrecken ober- und unterhalb durch hohe Ufer die Ausbreitung der Wassermassen erschwert und die Abflußmenge großentheils in einem geschlossenen Hochwasserbett zusammengehalten wird. Daß Schwankungen zwischen den Tiefst- und Höchstständen einer längeren Jahresreihe von 6 bis 7 m auch an anderen Stellen des oberen und mittleren Wislok erwartet werden müssen, läßt sich aus dem Umstande vermuthen, daß für die kurze Reihe 1891/95 der größte Wasserstandswechsel a. P. Krosno 4,70 m und a. P. Zarnowa 4,60 m beträgt, d. h. erheblich mehr als bei Rzeszuw (4,05 m). Am Pegel bei Dambrowka ist die Größtschwankung (3,76 m) nicht bedeutend dahinter zurückgeblieben, wohl aber bei Tryncza (2,82 m) um ein namhaftes Maß. Aehnlich liegen die Verhältnisse auch für die mittleren Schwankungen an den einzelnen Pegelstellen. Abgesehen von Tryncza, scheint an allen übrigen

Stellen das Flußbett so tief eingeschnitten zu sein, daß es den größten Theil des Hochwassers abführen kann.

Die größte Abflußmenge bei der Hochfluth vom Juni 1884 ist für einen bei Trzebownisko unterhalb Rzeszuw gelegenen Querschnitt auf 900 cbm/sec berechnet worden und dürfte nach einer Schätzung an der Mündung 1060 cbm/sec betragen haben. Die Abflußmenge bei Mittelwasser wurde nach den Messungen vom Oktober 1885 auf 14 cbm/sec bei Trzebownisko und auf 20 cbm/sec an der Mündung ermittelt. Ein Normalwasserstand ist noch nicht festgestellt und die Bestimmung von Normalbreiten hat nicht stattgefunden, da bisher keine planmäßigen Flußbauten ausgeführt worden sind.

3. Form und Bodenzustände des Flußthals.

Das Thal des Oberlaufs verändert seine schluchtartige Form bei Sjeniawa, wo der Wislok in tief eingeschnittenem Bette die zum Beskoer Kesselthale parallel gegen Nordwesten gerichtete Rymanuwer Thalsenke kreuzt. Das Beskoer Kesselthal bildet eine 15 km lange, 6 bis 7 km breite Ebene, die nach Nordwesten in flachwelliges Gelände und nördlich von Krosno in ein 1 bis 2 km breites, zuletzt bei Frysztak auf 0,7 km verschmälertes, beiderseits von 100 bis 150 m hohen Hügeln begrenztes Thal übergeht. Sowohl das Kesselthal als auch das anschließende flachwellige Gelände und das Längenthal bis Frysztak sind mit einer sehr fruchtbaren lehmigen Verwitterungskruste der hier abgelagerten Diluvialgeschiebe bedeckt. Die bei Besko beginnende Niederung, auf großen Flächen torfig, war in Nähe der Pjelnicamündung und weiter unterhalb arg versumpft, welchem Uebelstande durch die in der Gebietsbeschreibung (vergl. S. 62) erwähnte Meliorirung begegnet wurde. Der höher gelegene Theil, in den der Fluß von Bzianka ab ein engeres Thal tief eingenagt hat, besteht aus den ertragreichen Ackerfeldern der am Wislokthale entlang bis jenseits Krosno eine ununterbrochene Reihe von Wohnstätten bildenden Dörfer. Im Längenthale ist das Bett nicht mehr ganz so tief eingeschnitten, weshalb die Ueberschwemmungen sich etwas breiter ausdehnen können und die Dörfer weiter zurück am Fuße der Hügel liegen.

Am unteren Mittellaufe schnürt sich dicht unterhalb Frysztak die Thalsohle auf 0,3 km Breite zusammen, erweitert sich aber sofort wieder bis Strzyzuw auf durchschnittlich 1,5 km. Hierauf folgt eine lange, nur bei Czudec auf 1,2 km erweiterte Thalenge bis Babica, wo die bis dahin immer noch 100 bis 150 m hohen Hügel niedriger werden und bis Rzeszuw einen etwa 12 km langen, an der Strugmündung über 6 km breiten Kessel bilden. Bei Rzeszuw tritt der Hügelrand gegen Osten und Westen zurück. Am ostwärts ziehenden Rande entlang dehnt sich die 5 bis 7 km breite Niederung des Wislok aus. Der Fluß bleibt hier meist in Nähe der linksseitigen flachen Bodenschwelle. Unterhalb Gnjewczyna, wo er nordwärts umschwenkt, fließt der Wislok in derselben Bodensenke wie der San. — Bis Strzyzuw besteht die Thalsohle noch aus Lehm, weiter unterhalb aus lehmigem Sand, von Rzeszuw ab meistens aus Sand mit einer mehr oder weniger starken fruchtbaren Schlickdecke, schließlich längs der mit dem San parallel gerichteten Flußstrecke aus magerem Sandboden. Von diesem letzten

Theile abgesehen, ist die Thalsohle gut bebaut und dicht besiedelt. Die Wohnstätten liegen größtentheils so hoch, daß sie von den Ueberschwemmungen nicht erreicht werden. Diese nehmen nur am Unterlaufe des Wislok stellenweise beträchtlichen Umfang an.

II. Abflußvorgang.

Der Wislok selbst und seine größeren Seitengewässer bis nach Krosno hin (Pjelnica, Morawa, Lubatowka) entspringen in mäßig hohem Gebirgslande, dessen Niederschlagshöhe nicht überall mehr als 900 mm beträgt. Schon etwa 5 bis 10 km unterhalb Krosno tritt der Fluß in ein Gebiet mit weniger als 800 mm, und noch oberhalb Frysztak sinkt die Niederschlagshöhe unter 700 mm herab. Freilich stammen die rechtsseitigen Zuflüsse in der Hügellandstrecke großentheils aus dem Gebiete mit reichlicheren, bis über 900 mm anwachsenden Niederschlägen, das sich zwischen Wislok und San in nordnordöstlicher Richtung erstreckt. Obschon also im Ganzen die Niederschlagshöhe des Wislokgebietes nicht groß ist, besonders nicht im Vergleich mit den Einzugsgebieten der westlichen Beskidenflüsse und des Dunajec, wird doch zuweilen die gewöhnlich geringe Abflußmenge nach starken Regengüssen durch plötzliche Anschwellungen von großer Höhe mächtig gesteigert. In dieser Hinsicht steht der Wislok nicht hinter seinem Nachbarflusse Wisloka zurück, sondern überbietet ihn wohl gar. Nur treten diese Sommerhochfluthen noch seltener ein und entsprechen noch weniger regelmäßig den Hochwassererscheinungen der westlichen Beskidenflüsse. Dagegen spielen die Schmelzwasserfluthen, namentlich im März, eine größere Rolle als bei diesen Flüssen und als sogar bei der Wisloka, mit welcher der Wislok sonst große Uebereinstimmung zeigt.

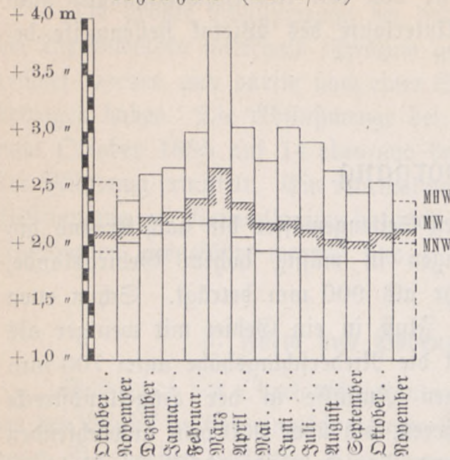
Von den am Wislok befindlichen Pegelstellen liegen Beobachtungen vor: von Krosno (Km. 148; N. P. = + 248,48 m) seit 1888, von Zarnowa (Km. 106) seit 1887, von Rzeszuw (Km. 69) seit 1867, aber ohne große Lücken erst seit 1873, ferner von Dambrowka (Km. 43) seit 1887 und von Trycza (Km. 6) seit 1888. Eine Vergleichung sämmtlicher Reihen hat sich nur für die Jahre 1891/95 durchführen lassen, um nicht zu viele unsichere Zahlen einstellen zu müssen. Zur näheren Betrachtung brauchbar ist nur die längere Reihe für 1873/96 an der Pegelstelle Rzeszuw, deren Nullpunkt vom April zum Mai 1894 um 2,0 m tiefer gelegt worden ist. Sonstige Aenderungen scheinen an dieser Stelle nicht vorgekommen zu sein, da die fünfjährigen Mittelwasserwerthe überraschend kleine Unterschiede zeigen:

MW (m)	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
Rzeszuw . .	2,18	2,33	2,27	2,29

Daß der Abflußvorgang des Wislok große Aehnlichkeit mit dem der Wisloka hat, ergiebt sich schon aus einem Blick auf die bildliche Darstellung der Monatswerthe für MNW, MW und MHW a. P. Rzeszuw (Abb. 22) und die zugehörige Tabelle. Fast alle wesentlichen Eigenthümlichkeiten der Abb. 21 (Labuzje) auf S. 392 kehren hier wieder — nur überwiegen die Wasserstands-

Abb. 22.

Rzeszuw (1873/96)



höhen im Winter, namentlich im März, noch mehr als dort über die sommerlichen. — Beim MHW finden wir außer dem weitaus bedeutendsten Größtwerthe des März zwar gleichfalls Erhebungen im Juni/Juli und im Oktober. Letztere ist jedoch verschwindend gering; aber auch diejenige des Frühsommers steigert sich nicht über den Mittelwerth des April, der 0,84 m unter dem März-MHW bleibt. — Auf das MW des Juni wirkt das Auftreten seiner zuweilen recht hohen Hochfluthen insofern ein, als es unmerklich über das Mai-MW angehoben wird. Von dieser auf Zufall beruhenden Unregelmäßigkeit abgesehen, reihen sich die Mittelwerthe zu einer einfachen Wellenbewegung aneinander, deren oberer Wendepunkt im März, der untere im September liegt; bei einer längeren Beobachtungsreihe würde jene Unregelmäßigkeit voraussichtlich vollständig verschwinden. —

Rzeszuw 1873/96	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
MNW (m) .	2,03	2,12	2,19	2,20	**2,23**	2,08	1,96	1,95	1,91	1,87	1,87	1,95	1,95	1,79	1,79
MW (m) .	2,15	2,25	2,30	2,42	**2,68**	2,38	2,20	2,22	2,14	2,06	2,04	2,12	2,36	2,13	2,25
MHW (m) .	2,40	2,63	2,69	3,00	**3,88**	3,04	2,75	3,04	2,91	2,66	2,47	2,56	4,33	3,87	4,98

1867/96 { Beobachteter Tiefststand 0,97 m 10. September 1868.
Beobachteter Höchststand 8,64 m 10. Juli 1867.

Das MNW schließt sich (ohne eine solche Störung) in seinem jahreszeitlichen Verlaufe dem MW an. Der obere Scheitel seiner Wellenbewegung im März erreicht beinahe die Höhe des Jahres-MW und liegt um 15 cm höher als das MNW des April, während der Unterschied zwischen den entsprechenden Werthen bei Labuzje nur 3 cm beträgt.

Wenn die Betrachtung der im Kreislaufe des Jahres stattfindenden Aenderungen der Wasserstände hauptsächlich das hervortreten läßt, worin Wisloka und Wislok einander ähneln, so zeigt ein Vergleich der halbjährigen Mittelwerthe deutlicher die Verschiedenheit ihres Abflußvorgangs. Bei Labuzje (Wisloka) ist im Winter das MNW um 10 cm, das MW um 15 cm größer, das MHW aber um 40 cm kleiner als im Sommer. Für die Pegelstelle Rzeszuw (Wislok) lehrt uns die obige Tabelle, daß im Winter das MNW um 16 cm, das MW um 23 cm und das MHW sogar um 46 cm größere Höhe als im Sommer besitzt. Das Uebergewicht der winterlichen Jahreshälfte macht sich für alle Zahlen beim Wislok schärfer geltend als bei der Wisloka, ganz besonders aber bezüglich des MHW, für welches ihr gegenseitiges Verhältniß geradezu umgekehrt wird.

Diese Erscheinung ist auch nicht etwa auf die einzelne, am Beginne des Unterlaufs liegende Pegelstelle Rzeszuw beschränkt, sondern zeigt sich bei Zarnowa am Mittellaufe und bei Dambrowka an der Mitte des Unterlaufs, für welche die Beobachtungen der Jahre 1888/96 mit denen bei Rzeszuw verglichen werden können, in gleicher oder (bei Dambrowka) noch schärferer Ausprägung als an der zwischen ihnen befindlichen Pegelstelle.

Winter			Sommer			Jahr			
MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	HHW-NNW m
0,41	1,97	2,38	0,34	1,74	2,08	0,46	2,73	3,19	7,67

Selbstverständlich ändert sich deshalb auch das Verhältniß, in welchem die mittleren Schwankungen (MHW—MNW) der beiden Jahreshälften zu einander stehen. Bei Labuzje ist (vergl. S. 393) die mittlere Schwankung im Sommer um 50 cm größer, bei Rzeszuw dagegen um 30 cm kleiner als im Winter. Aus der Beziehung (MW—MNW) : (MHW—MNW) geht jedoch hervor, daß bei Rzeszuw das Mittelwasser in beiden Jahreshälften annähernd gleich tiefe Lage hat, also daß im Winter wie im Sommer auf rasch vorübergehende Erhebungen zu rechnen ist, welche den Wasserspiegel weit über seine mittlere Lage emporschnellen. Der Sommer zeigt in dieser Beziehung sogar eine noch etwas größere Unstetigkeit als der Winter, da bei ihm die Schwankung (MW—MNW) nur 16 % der ganzen mittleren Schwankung (MHW—MNW) beträgt, beim Winter hingegen etwas mehr, nämlich 17 %. Für das ganze Jahr ist der Prozentsatz noch geringer (14 %) als für die Halbjahre. Er ist auch kleiner als bei Labuzje (16 %), wo die entsprechenden Zahlen (für den Sommer 15 % und für den Winter 20 %) gleichfalls andeuten, daß die Wisloka eine zwar recht ungleichmäßige, aber doch noch etwas gleichmäßigere Wasserführung als der Wislok hat. Die aus den Jahren 1867/96 ermittelte größte Schwankung (HHW—NNW) übertrifft bei Labuzje die mittlere Schwankung um fast 100 %, bei Rzeszuw aber sogar um 140 %.

Obgleich dies theilweise in den Querschnittsverhältnissen des Hochwasserbettes begründet ist, lehrt doch das Beispiel der für jene größte Schwankung bei Rzeszuw maßgebenden Hochfluth vom Juli 1867, daß der Wislok manchmal ebenso stürmisch verlaufendes Sommerhochwasser bringt wie die westlichen galizischen Gebirgsflüsse. Die folgende Zusammenstellung der Prozentzahlen für die Höchst- und Tiefstständе des Jahres, welche wegen einer Beobachtungslücke nur auf die Reihe 1874/96 bezogen werden konnte, zeigt jedoch, wie viel häufiger die Höchstständе in die Zeit der Schneeschmelze fallen als in den Juni und seine Nachbarmonate. Der Winter ist demnach weitaus reicher an Hochwassererscheinungen als der Sommer, in welchem andererseits fast alle Tiefststände vorkommen. Wenn aber einmal ein Hochwasser im Sommer eintritt, so pflegt es um so bedeutender zu sein. Die Durchschnittshöhe der Jahres-Höchststände beziffert sich im Sommer auf 5,5 m a. P. Rzeszuw, im Winter dagegen nur auf 4,7 m.

Nach den im Oktober 1885 ausgeführten Wassermengen-Messungen bei ziemlich niedrigen Wasserständen ist die sekundliche Abflußmenge für das damals

Prozentzahlen für 1874/96 der	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Höchstſtände .	0	4,5	4,5	4,5	**43,5**	13	4,5	13	8	4,5	0	0	70	30	100
Tiefſtſtände .	0	2,5	0	0	0	2,5	5	11	13	24	18	**24**	5	95	100

geltende Mittelwaſſer 2,17 m a. P. Rzeszuw berechnet worden: bei Nowa-wjes (Km. 96) auf 12 cbm, bei Trzebownisko (Km. 63) auf 14 cbm, bei Gnjewczyna (Km. 16) auf 17 cbm und bei Glogowice (Km. 2) auf 20 cbm. Da die zugehörigen Gebietsflächen 1485 qkm für Nowa-wjes, 2170 qkm für Trzebownisko, 2894 qkm für Gnjewczyna oberhalb der Mleczkamündung und 3543 qkm für das ganze Gebiet betragen, ſind die entſprechenden ſekundlichen Abflußzahlen in l/qkm: 8,1 für Km. 96, 6,5 für Km. 63, 5,9 für Km. 16 und 5,6 für die Mündung. Für das größte bekannte Hochwaſſer vom Juli 1867 liegt keine Ermittlung der Abflußmenge vor, wohl aber für das vom Juni 1884, deſſen Höchſtſtand bei Rzeszuw 1,84 m niedriger geblieben iſt; hierfür iſt die Größtmenge bei Trzebownisko rechneriſch auf 900 cbm/sec beſtimmt worden, was einer ſekundlichen Abflußzahl von rd. 0,41 cbm/qkm entſpricht. An der Mündung ſoll nach einer Schätzung die größte Hochwaſſermenge im Juni 1884 etwa 1060 cbm/sec, alſo die ſekundliche Abflußzahl 0,30 cbm/qkm betragen haben.

III. Waſſerwirthſchaft.

Der Wislok wird bei höheren Waſſerſtänden in geringem Umfange zur Flößerei benutzt, die ſich jedoch faſt ganz auf die oberen Strecken beſchränkt. In den San geht nur ſelten Floßholz über. Wehranlagen zum Mühlenbetrieb ſind unterhalb Besko nicht vorhanden. Die Transverſalbahn kreuzt den Fluß bei Besko, die Verbindungsbahn Krosno—Rzeszuw unterhalb Strzyzuw und oberhalb Czudec, die Eiſenbahnlinie Krakau—Przemysl bei Rzeszuw. An dieſen Stellen und an den Straßenbrücken, namentlich bei Strzyzuw, Rzeszuw und Dambrowka, iſt die Lage des Wislok durch Flußbauten feſtgelegt. Auch an anderen Stellen ſind ſolche Bauten für örtliche Schutzzwecke ausgeführt worden, z. B. ein Deckwerk an der Landſtraße bei Krosno, Sicherungsbauten für Straßen- und Eiſenbahndämme bei Frysztak, Strzyzuw und in dem von da nach Babica führenden Engthale, einige kleine Durchſtiche an der Flußſtrecke Frysztak—Strzyzuw oberhalb des letztgenannten Städtchens und weiter aufwärts bei Wisniowka, kleine Eindeichungen bei dem lang geſtreckten Dorfe Lukawjec am oberen Theile des Unterlaufs. Ein planmäßiger Ausbau hat bisher nur an dem oberen Wislok und der Pjelnica im Beskoer Keſſelthale zum Schutze gegen Hochwaſſer und zur Entwäſſerung der ſehr fruchtbaren Ländereien einer 1888 gegründeten Waſſergenoſſenſchaft mit 41 qkm Betheiligungsfläche ſtattgefunden. Nach dem Geſetze vom 1. Juli 1886 haben der ſtaatliche und der Landes-Meliorationsfonds je 30 % zu den 129 000 Gulden betragenden Koſten beigeſteuert.

2. Abtheilung. 11. Kapitel.

Der San.

I. Flußlauf und Flußthal.

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Der San ist der längste Nebenfluß der Oberen Weichsel mit dem größten Niederschlagsgebiet, von dem jedoch über die Hälfte dem Flachlande und nur wenig über ein Sechstel dem Gebirgslande angehört, so daß er in Bezug auf die Abflußmenge und den stürmischen Verlauf der Hochfluthen vom Dunajec übertroffen wird. Der nahe beim Uzsokpasse entspringende Quellfluß durchfließt bis zur Mündung des Wolosatebachs bei Smolnik mit zahlreichen Windungen das Karpathische Waldgebirge in vorwiegend nordwestlicher Richtung. Der Oberlauf bleibt zunächst auf größerer Strecke in einem Längenthale, verläßt es jedoch oberhalb der Solinkamündung (bei Solina) und erreicht mit bedeutenden Krümmungen das Sanoker Kesselthal, wo er am Beginn des Hügellandes oberhalb Dolina die Oslawa aufnimmt. Die einzelnen Strecken sind vorwiegend gegen Westnordwest und Nordnordost gerichtet, so daß der Endpunkt in nordwestlicher Richtung vom Anfangspunkte liegt. Der im Hügellande gelegene Mittellauf verfolgt von der Oslawamündung bis Dynuw in der Hauptsache nördliche, von da bis zur Wiarmündung unterhalb Przemysl östliche Richtung, auf beiden Strecken gleichfalls mit einer großen Zahl schroffer Windungen des Flußthals. Beim Unterlaufe ist das breite Flachlandthal dagegen schlank gestaltet und hält ohne allzu große Abweichungen nordwestliche Richtung ein. Bis Jaroslau liegt es am Rande des Hügellandes, von dem der San indessen hier nur unbedeutende Zuflüsse erhält, weil dasselbe nach dem bei Dembno links mündenden Wislok entwässert. Um so größer ist auf dieser Strecke das rechtsseitige Flachlandgebiet mit den Nebenflüssen Wisznia, Szklo und Lubaczowka. Die untere Strecke wird ausschließlich von Flachlandflüssen gespeist, namentlich von dem rechts bei Ulanuw mündenden Tanew, dem zweitgrößten Nebenflusse des San. Aus der Tabelle auf S. 406 ergeben sich die Gefäll- und Richtungsverhältnisse der bezeichneten Strecken.

Für die unteren Strecken ist die amtliche, an der Mündung beginnende Kilometrirung zu Grund gelegt worden, wonach der Pegel Postoluw 294,9 km von der Mündung entfernt ist. Nach den Karten beträgt die Lauflänge etwa

Flußstrecke		Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
		+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
		900						
Quellfluß (Quelle—Wolosatemündung)			365	61,0	5,98	167	26,0	134,6
		535						
Oberlauf	(Wolosatemündung — Solinkamündung)		166	60,0	2,76	362	26,8	124,0
		369						
	(Solinkamündung — Oslawamündung)		74	44,0	1,68	595	21,6	103,7
		295						
Mittellauf	(Oslawamündung — Dynuw) .		53	49,0	1,08	925	31,6	55,0
		239						
	(Dynuw — Wiarmündung) . .		48	78,0	0,615	1630	41,8	86,6
		192						
Unterlauf	(Wiarmündung — Wislokmündung)		23	64,0	0,359	2780	49,6	29,0
		169						
	(Wislokmündung — Mündung)		30	94,0	0,319	3130	78,0	20,5
		139						
Im Ganzen		—	761	450,0	1,69	591	207,0	117,5

34 km mehr. Der Unterschied erklärt sich durch die zahlreichen Durchstiche, welche in neuester Zeit, namentlich in der oberen Strecke des Unterlaufs, hergestellt worden oder bestimmt geplant und bei der Kilometrirung bereits berücksichtigt sind. Auch schon früher hat die Strecke von Sosnica bis Jaroslau eine erhebliche Begradigung erhalten. Ohne die künstlich herbeigeführte Verkürzung würden die Entwicklungszahlen für den Unterlauf, bei welchem sie hauptsächlich von den Krümmungen des Flußlaufs abhängen, bedeutend größer ausfallen, besonders in der Strecke zwischen Wiar und Wislok. Beim Mittel- und Oberlaufe, sowie beim Quellflusse hängt die Größe der Entwicklungszahlen vorzugsweise von dem häufigen Richtungswechsel und den scharfen Windungen des Flußthals ab. Diese tragen auch viel dazu bei, daß die Gesammtentwicklung des San sehr groß ist; freilich spielt dabei die Einschaltung der östlich gerichteten Strecke Dynuw—Wiarmündung gleichfalls eine erhebliche Rolle, da in derselben der Flußlauf, ohne sich in der Luftlinie der Mündung zu nähern, ungefähr auf denselben Längengrad zurückkehrt, auf welchem die Quelle liegt.

In den oberen Strecken sind die Krümmungen vielfach scharf, oft fast rechtwinklig. Im Mittel- und Unterlaufe beschreibt dagegen der Fluß meist lange Schleifen mit größeren Krümmungshalbmessern. Nur von Hurko (unterhalb der Wiarmündung) bis Sosnica folgen noch sehr stark gekrümmte Windungen unmittelbar auf einander mit zum Theil sehr kleinen Halbmessern. Beim Ausbaue der unteren Strecke des Mittellaufs gedenkt man solche von mindestens 500 m (in der äußeren Streichlinie gemessen) durchzuführen, bei der oberen Strecke des Unterlaufs 600 und bei der unteren 700 m, was für die Flußachse Halbmessern von 475 bis 655 m entspricht. Am Quellflusse und Oberlaufe des San finden sich nur selten Spaltungen in Folge von Schotterablagerungen, namentlich an den Mündungen einiger Nebenbäche, z. B. der Solinka und Hoczewka. Im

Mittellaufe treten sie etwas zahlreicher auf, besonders in den Thalerweiterungen bei Sanok, Mrzyglud, Jablonica, Sjedliska und in der Strecke Dynuw—Przemysl an mehreren Stellen. Gewöhnlich zeigt der Thalgrund, namentlich von Dynuw abwärts, in den Erweiterungen deutliche Spuren von Verlegungen des Bettes, obgleich die Altbetten gut verlandet sind und offene Schlenken nur ausnahmsweise vorkommen. Wo der Unterlauf bei Hurko aus der östlichen in die nördliche (später nordwestliche) Richtung umbiegt, beginnen die bereits erwähnten Schlangenwindungen, neben denen die Thalsohle mit vielen Ueberresten ehemaliger Flußarme, besonders auch mit großen Schlenken, bedeckt ist.

Von Sosnica bis unterhalb Jaroslau hat früher eine durchgreifende Begradigung stattgefunden, welche neuerdings noch ergänzt worden ist. Die hierbei abgetrennten Altbetten sind jedoch so gut verlandet, daß keine Spaltungen der Strömung bei Hochwasser entstehen, und das Flußbett hat sich im jetzigen Laufe gut ausgebildet. Unterhalb der Lubaczowkamündung ist dagegen das Bett meist übermäßig, manchmal 5- bis 600 m breit und mit Sänden derart angefüllt, daß die Strömung immer wieder neue Bahnen brechen muß und bei kleineren Wasserständen in Rinnen gespalten wird. Bei den Flußschleifen sind noch in neuester Zeit Durchbrüche und Flußverlegungen erfolgt. Spuren früherer Verlegungen lassen sich öfters erkennen. Auch in der letzten Strecke hat man kürzlich mehrere Durchstiche und Flußbauten hergestellt, durch welche den Verwilderungen allmählich ein Ziel gesetzt werden soll.

Das Gefälle des San ist bis zur Solinkamündung recht bedeutend und in der unteren Strecke des Oberlaufs immer noch beträchtlich. Von der Oslawamündung ab vermindert es sich in den Thalerweiterungen erheblich, nimmt aber in den dazwischen liegenden Thalengen wieder zu. Bis Dynuw beträgt die Fallhöhe des San 661 m, auf der wenig längeren Strecke von Dynuw bis zur Mündung nur 100 m. Im unteren Mittellaufe zeigt das mäßige Gefälle einen ähnlichen Wechsel zwischen Verminderung in den Erweiterungen und Vermehrung in den Verengungen des Thales. Im Unterlaufe ist es durchweg klein, aber doch größer als das Gefälle des Hauptstroms. In Nähe der Mündung wird es zuweilen vorübergehend aufgehoben, wenn das Hochwasser der Weichsel in den San zurückstaut. Um diesen Rückstau am Pegel Majdan (Km. 10,6) fühlbar zu machen, müßte die Anschwellung im Hauptstrome etwa 3,5 m höher als diejenige im San sein, was (wenn überhaupt) nur auf ganz kurze Zeitdauer eintreten dürfte. Im Ganzen betrachtet, hat der San trotz seiner bedeutenden Fallhöhe ein kleineres mittleres Gefälle wie alle übrigen Gebirgsflüsse, da er sie an Länge weitaus übertrifft. Der Gedanke, den großen Fluß bis nach Przemysl hinauf schiffbar zu machen, würde in den Gefällverhältnissen kein Hinderniß finden.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Flußbetts.

Das Flußbett besteht in den Gebirgstrecken vielfach aus Sandsteinfelsen und Thonschiefer oder aus dem sandig-lehmigen Verwitterungsboden dieser Gesteinsarten. Im Mittellaufe ist es nur bei den Engstellen zuweilen in Felsen eingeschnitten, wo der Fluß den Fuß der Hügel unmittelbar angeschnitten hat. Noch

bei Przemysl ragen bei kleineren Wasserständen Felsriffe bis an den Spiegel hervor und werden allmählich durch Sprengung erniedrigt. Gewöhnlich bestehen jedoch die Ufer des Mittellaufs aus einer mächtigen Lehmschicht auf Geröllunter-grund. Bei den Anschwellungen legt sich die Strömung hart in die Gruben der zahlreichen Krümmungen und unterwühlt den Lehmboden, von welchem dann beim Fallen des Wassers große Massen abbrechen und in Form von Sinkstoffen weggeführt werden. Die manchmal auf große Länge ausgedehnten Uferbrüche und die Auskolkungen der Sohle sind denn auch die wichtigste Quelle der Geschiebeführung des San, da seine Nebenbäche meist wenig Schotter hinzu bringen. Obgleich im Mittellaufe die Schotterfelder keineswegs fehlen, wie oben erwähnt wurde, sondern an den Stellen mit geringerem Gefälle, d. h. in den Thalerweiterungen, mehrfach beträchtliche Größe besitzen, so ist das Sanbett doch weniger verschottert wie die Betten der meisten übrigen Gebirgsflüsse. Im Allgemeinen hat es daher auch eine gut geschlossene Form von ausreichender Breite, um mittleres Hochwasser ohne wesentliche Ueberschwemmungen zwischen den hohen Ufern abzuführen. In der oberen Strecke des Mittellaufs liegt auf den Geschiebefeldern, die bei gewöhnlichem Wasserstande sichtbar werden, mittelgrober Schotter. In der unteren Strecke findet sich meist feiner Schotter, dem schon bei Krzywcza Sand beigemengt ist. Bei Przemysl bildet der Sand bereits einen wesentlichen Bestandtheil der Schotterfelder; jedoch überwiegt weitaus der Schotter von Faust- bis Haselnußgröße, z. B. an den durch die Gehängebauten bei Ostruw oberhalb Przemysl erzeugten Ablagerungen.

Im Unterlaufe vermindert sich der Schotter mehr und mehr, während der Sand zunimmt und an geschützten Stellen große Massen von Schlick zur Ablagerung gelangen. Noch bei Sosnica ist der vom Flusse angeschnittene Geschiebelehm zum Theil mit ziemlich grobem Kies bedeckt. Von da bis Radymno bildet das Fischen von Kies, der flußabwärts verfahren und im Flachlande zur Straßenbefestigung verwandt wird, einen besonderen Erwerbzweig. Weiter unterhalb verschwinden bald die letzten Spuren von Schotter auf den Ablagerungen. Die aus den Abbrüchen herstammenden lehmigen und sandigen Sinkstoffe und der wandernde Sand sind dagegen so reichlich vorhanden, daß die Verlandungen bei den Flußbauten außerordentlich rasch vor sich gehen. Meterhohe Ablagerungen von Schlick in Jahresfrist sind an geschützten Stellen des unteren San nichts Ungewöhnliches. Einstweilen liegen die ausgebauten Strecken in großen Abständen, durch verwilderte Flußstrecken getrennt, welche die Strömung immer wieder von Neuem mit Sink- und Wanderstoffen versorgen. So lange der San sich in Nähe des Hügellandes hält, fließt er zwischen sehr hohen, aus Löß auf Geröllundergrund bestehenden steilen Ufern. Bei Jaroslau werden die Ufer niedriger, behalten aber immerhin meist 3 bis 4 m Höhe über dem gewöhnlichen Wasserstand; an Stelle des Lößes tritt eine weniger mächtige Lehmdecke, an Stelle des Gerölles tritt Sand. Auf der letzten Strecke des Unterlaufs herrscht Sandboden vor, dessen geringe Widerstandfähigkeit vielfach zu übermäßigen Erweiterungen des Bettes auf 4- bis 500 m und darüber Anlaß gegeben hat. Nur wo durch Flußbauten eingegriffen ist, hat der Querschnitt des zwischen den natürlichen Ufern in viel geringerer Breite ausgetieften Schlauches die den am

häufigsten vorkommenden Abflußmengen angemessene Form. In der Regel lagern in einem bedeutend zu breiten Bette große Sandmassen mit so flachen Rinnen, daß bei einigermaßen niedrigen Wasserständen der Flößereibetrieb unterbrochen wird.

Die hydrometrischen Vorarbeiten zur Bestimmung der beim geplanten Ausbaue des San anzuwendenden Querschnitte sind noch nicht beendigt. Einstweilen ist die Normalbreite zwischen den Innenkanten der Werke auf 91 m von der Mündung aufwärts bis zur Bukowamündung, 89 m von da bis zur Tanewmündung, 82 m von da bis zur Wislokmündung; 72 m von da bis zur Lubaczowkamündung, 67 m von da bis Jaroslau, 63 m von da bis zur Wiarmündung, 58 m oberhalb der Wiarmündung angenommen worden. In den oberen Strecken werden voraussichtlich beim weiteren Fortschreiten des Ausbaues diese Normalbreiten noch eine Verminderung erfahren. Der Normalbreite von 91 m in der Mündungstrecke entspricht die Wasserspiegelbreite 87 m beim Normalwasserstande — 0,17 m a. P. Majdan-zbydniowski. Nach den Mittheilungen über den Abflußvorgang liegt im Zeitraume 1871/95 der gewöhnliche Wasserstand des Sommers genau auf dieser Höhe, 0,27 m unter dem Jahresmittelwasser. Im parabolisch geformten Querschnitt soll hierbei die größte Tiefe rd. 1,9 m und der Flächeninhalt 110 qm betragen, um mit einem Gefälle von 0,34 ‰ die bei jenem Wasserstande abfließende Wassermenge von 89 cbm/sec mit rd. 0,8 m/sec Geschwindigkeit abführen zu können.

Als Normalwasserstand für den Pegel zu Przemysl gilt — 0,20 m, während das Mittelwasser der Jahresreihe 1871/95 dort — 0,02 m beträgt, das mittlere Niedrigwasser 0,51 m tiefer, das mittlere Hochwasser 3,03 m höher als MW liegt. Diese durchschnittliche Schwankung der Wasserstände (3,54 m) wird weit übertroffen durch die größte Schwankung zwischen dem bekannten Tiefststande vom Oktober 1895 (— 0,98 m) und dem Höchststande vom 10. Juli 1867 (6,95 m) = 7,93 m. Noch größer ist der entsprechende Werth am Pegel Radymno, nämlich 8,21 m. Zwar bedeutend kleiner, aber immer noch recht beträchtlich ist er bei Postoluw (5,93 m) und Majdan (5,85 m). Wie wir bei der Betrachtung des Abflußvorganges sehen werden, hat bei Przemysl innerhalb des Zeitraums 1871/95 eine nachweisbare Senkung des Mittelwassers um 0,4 bis 0,5 m, bei Radymno eine solche um 0,9 m stattgefunden. An der letztgenannten Pegelstelle hat sie seit 1867 sogar etwa 1,2 m betragen und ist zweifellos auf die schon erwähnte Begradigung des San zurückzuführen, bei Przemysl vermuthlich gleichfalls auf künstliche Eingriffe (z. B. Felssprengungen in der Flußsohle).

Wenn nun auch ein Bruchtheil der großen Schwankungen hierdurch aufgewogen werden mag, so bleibt doch immer noch ein sehr großer Betrag von mindestens 7,5 m bei Przemysl und Radymno. Für die Pegelstelle Jaroslau, die nahe bei Radymno liegt, wird die größte Schwankung zwar nur auf 5,80 m angegeben, ist aber abgeleitet vom März-Hochwasser 1889, dessen Höchststand bei Postoluw, Przemysl und Majdan durchschnittlich 2,59 m unter dem vom Juli 1867 geblieben ist. Zieht man dies in Rücksicht, so läßt sich annehmen, daß für Jaroslau die jener größten Hochfluth entsprechende Schwankung keinenfalls weniger als 7,5 m betragen mag. Freilich wird an den Pegelstellen

Przemysl, Radymno und Jaroslau das Hochwasser derart aufgestaut, daß mehrfach Zerstörungen an den stauenden Brücken entstanden sind. Aus dem Verlaufe des Hochwassers vom 12./13. August 1893 würde die Stauwirkung auf etwa 1 m zu schätzen sein. Der nach diesem Abzug verbleibende Werth nähert sich aber den Beobachtungsergebnissen an den weit entlegenen Pegelstellen Postoluw und Majdan, und die bisherigen Beobachtungen an den später errichteten Pegeln bestätigen, daß der San auch auf den Zwischenstrecken allenthalben einen sehr großen Wasserstandswechsel hat. Den Grund hierfür darf man wohl darin suchen, daß sein Hochwasserbett meistens geschlossene Form besitzt und, auch in den völlig verwilderten Strecken, zwischen so hohen Ufern liegt, daß die Niederungen gewöhnlich von Ueberschwemmungen verschont bleiben. Die Abflußmenge der großen Hochfluthen ist nicht sicher bekannt. Nach einer Schätzung soll sie an der Mündung des San bis zu 3700 cbm/sec anwachsen.

3. Form und Bodenzustände des Flußthals.

Das enge Thal des Quellflusses, von ziemlich flach geböschten Bergen bis 200 m Höhe eingefaßt, ist bis nahe zu den Quellen besiedelt; die Kirche des Dörfchens Sianki liegt auf + 797 m. Oberhalb der Wolosatemündung durchfließt der San eine vielgewundene Thalschlucht mit bewaldeten Steilhängen. Das am Odryt-Gebirgsrücken entlang ziehende Längenthal des Oberlaufs hat zwar gleichfalls nur eine schmale Sohle, ist aber breit geöffnet, da die bis 300 m hohen Berge flache Gehänge besitzen. Oberhalb Rajskie durchschneidet der San jenen Gebirgsrücken in enger Schlucht und tritt nun in das am Zukowrücken entlang ziehende Längenthal, sodann mit scharfen Krümmungen in das Sanoker Thal. Die Sohle wird dabei allmählich breiter und erweitert sich bei Lisko auf 1 km bis Zaluz, wo sie auf 0,5 km eingeschnürt ist, gleich danach aber in den 9 km langen, 2 km breiten Sanoker Thalkessel übergeht. Die Thalwände erheben sich 1- bis 200 m hoch mit am Fuße flachen und landwirthschaftlich benutzten, oben steileren und bewaldeten Lehnen. Nur beim Sanoker Thal steigt die rechtsseitige, mit Wald bedeckte Thalwand sofort steil auf mehr als 200 m an, wogegen links vom Flusse flachwelliges Gelände liegt.

Unterhalb der Sanoczekmündung tritt der San mit einem 0,4 km breiten Engthal in den bis Dynuw nordwärts und alsdann ostwärts gerichteten Thalzug, der das Hügelland mit ununterbrochen auf einander folgenden Schleifen durchschneidet. Bis Dynuw erheben sich die Thalwände rechts öfters auf 250 m über die Sohle. Links haben sie geringere Höhe, ebenso in der Strecke Dynuw—Przemysl. Gewöhnlich beträgt ihre Höhe 1- bis 200 m; stellenweise sind sie ziemlich steil und bewaldet, meist mäßig geböscht und gut bebaut. Wie schon bei Lisko und Sanok, erweitert sich die Thalsohle in der Hügellandstrecke mehrfach auf 1,5 bis 2 km Breite, verengt sich dazwischen aber immer wieder derart, daß manchmal die Hügellehnen beiderseits unmittelbar an die Flußufer treten. Der Thalzug besteht daher aus einer Reihe von Kesselthälern (bei Mrzyglud, Ulucz, Jablonica, Sjedliska, Dynuw, Bachorzec, Dubjecko, Babice, Krzywcza, Krasiczyn, Tarnawce und oberhalb Przemysl), welche durch meist kürzere Engthäler mit

einander verbunden sind. Während am Oberlaufe die Ortschaften vielfach im engen Thalgrunde liegen, haben sich am Mittellaufe die Wohnstätten meist auf die Gehänge der Hügel zurückgezogen oder an ihrem Fuße entlang ausgestreckt, wo sie gegen die Ueberschwemmungen und Angriffe des Flusses Schutz fanden. Zahlreiche Spuren zeigen, daß der San sein Bett in den Kesselthälern häufig verändert hat, und solche Veränderungen finden durch die oben erwähnten Uferabbrüche bei jeder größeren Anschwellung von Neuem statt. Der reichliche Gehalt an Sink- und Wanderstoffen landet die verlassenen Theile des Bettes aber sehr rasch wieder hoch auf, und der Thalgrund trägt fast überall fruchtbare Felder und ergiebige Wiesen. An der letzten Thalenge erhebt sich zu beiden Seiten des San in malerischer Lage die Stadt Przemysl mit ihren Vorstädten, die bis in das Wiarthal reichen.

Hier tritt der San in das Flachland ein und durchfließt dasselbe in einem breiten Alluvialthale, in welches das Hochwasserbett tief eingenagt ist. Bis Jaroslau hält sich der durch mannigfache Schlangenwindungen des Flusses und alte Schlenken bezeichnete Thalweg in geringem Abstande von der linken, deutlich ausgeprägten, meist 20 bis 30 m hohen Thalwand am dicht besiedelten Saume des Hügellandes. Dessen östliches Ende bildet hier eine flache Abdachung, in welche der Fluß vielfach Stoßkurven mit abbrüchigen Hochufern eingeschnitten hat. Rechts breitet sich bis zum Wiszniathale leichtwelliges Gelände ohne scharf markirte Thalwand aus, ebenso weiter abwärts zwischen den Thälern des Szklo und der Lubaczowka. Bei Hurko, wo der San aus der östlichen Richtung scharf gegen Norden umbiegt, ist seine Thalsohle 5 km breit, dehnt sich oberhalb des Wiszniathales auf 9 km aus und verengt sich unterhalb desselben auf wenig über 3 km. Diese schmalste Stelle des unteren Santhales dient bei Radymno zur Ueberleitung der Reichsstraße von Krakau nach Lemberg. Bis Jaroslau gewinnt das Thal wieder 6 km Breite und geht alsdann links in die vom Wislok durchflossene Bodensenke über, während rechts das Höhenland 3 bis 4 km vom San entfernt bleibt. Offenbar hat die Einnagung seines Hochwasserbettes in die Thalsohle im Laufe der Jahrhunderte immer weitere Fortschritte gemacht, weshalb das Alluvialgelände jetzt vielfach zu hoch liegt, um von den höchsten Anschwellungen noch erreicht werden zu können. Besonders unterhalb der Wislokmündung, wo der Sand im Alluvium vorzuherrschen beginnt, erfolgt daher der Uebergang aus den beiderseitigen Diluvialebenen in das Alluvialthal des San oft so unmerklich, daß schwer zu erkennen ist, ob die Steilufer des scharf eingeschnittenen Hochwasserbettes das eigentliche Höhenland oder eine als Rest der ehemaligen Flußsohle anzusehende Vorstufe abgrenzen. Seltener prägt sich in dieser unteren Strecke die alte Thalwand durch schroff ansteigende Gehänge aus, entweder unmittelbar am Flußufer (z. B. beim russischen Städtchen Krzeszuw auf der rechten Seite) oder in einigem Abstande vom Flusse, durch Niederungsgelände getrennt (z. B. beim galizischen Städtchen Lezajsk auf der linken Seite).

Die Bodenbeschaffenheit der Thalsohle wechselt vom üppigen Schlick bis zum ertraglosen Sande und sumpfigen Torfmoore; die guten Böden überwiegen am oberen, dem Lößhügellande zunächst gelegenen Theile des Unterlaufs, die ärmeren Böden weiter flußabwärts. Ueber die Anbauverhältnisse enthält die

Gebietsbeschreibung einige Angaben. Dort ist auch auf S. 80 die Trockenlegung der wegen ihrer ungenügenden Entwässerung versumpften, größtentheils dem Alluvialthale angehörigen Ländereien am linken Sanufer in den Bezirken Jaroslau und Lancut erwähnt worden. Zur Ergänzung jener Angabe sei bemerkt, daß die nach dem Gesetze vom 26. April 1893 aus öffentlichen Mitteln begonnenen Entwässerungsanlagen, welche auf eine 31,6 qkm große Fläche ausgedehnt werden sollten, nach Fertigstellung von etwa 70% der geplanten Arbeiten unterbrochen worden sind, da die Bildung einer Genossenschaft für die Uebernahme des Restes der Kosten und für die Instandhaltung einstweilen gescheitert ist. Nach der Mündung hin nimmt das Hochwasserbett des San größere Breite an und verschmilzt allmählich mit denen des Hauptstroms und einiger Flachland-Nebenflüsse (Leng, Trzesniowka u. s. w.) zu einer mächtigen, früher der Wassernoth schutzlos preisgegebenen Niederung, die auf 271 qkm Grundfläche 64 bewohnte Ortschaften umfaßt. Große Schlenken, die nur theilweise verlandet sind, zeugen davon, daß ehemals die Vereinigung des San mit der Weichsel wohl viel weiter südlich stattgefunden hat, etwa gegenüber der Stadt Sandomjerz, deren Namen auch hierauf hindeutet; ein jetzt in den Leng mündender, diese Schlenken durchziehender Graben heißt noch heute Alter San (Stary San). Die Eindeichung dieser gut bebauten, dicht bevölkerten fruchtbaren Niederung (vgl. S. 49, 228 u. 279) ist flußaufwärts so weit fortgesetzt, wie das Hochwasserbett genügende Breite besitzt, um die Kosten der Deichanlage wirthschaftlich zu rechtfertigen. Auf der rechten Seite endigt der Sandeich daher am rechten Ufer der Bukowa, während die unterhalb mündende Jodlowka zum Schutze dieser 2,5 bis 3,5 km breiten Niederung beiderseitige Rückstaudeiche erhalten mußte. Auf der linken Seite schließt der Sandeich bei Plawa, 26 km oberhalb der Sanmündung, an das hochwasserfreie Ufer; schon bei Rozwaduw besitzt die hier im Deichschutze liegende Niederung 1,5 km, bei Majdan-zbydniowski 6 km Breite.

II. Abflußvorgang.

Die Südostspitze des oberen Sangebietes steigt bis zu Höhen hinauf, in denen die jährliche Niederschlagsmenge, so weit sich aus den spärlichen Beobachtungen Rückschlüsse darauf ziehen ließen, über 1000 oder sogar 1100 mm ausmacht. Freilich besitzt der Antheil mit jenem hohen Niederschlagswerthe nur einen äußerst geringen Umfang. Denn außer dem Gebiete der obersten Strecke des Quellflusses selbst kommt zunächst nur der oberste Gebietstheil des Wolosatebachs in Betracht. Aber dieser und alle die weiteren vielen Bäche, die dem Flusse auf seiner linken Seite vom Kamme des Karpathischen Waldgebirges her zuströmen, verlassen den Hauptrücken mit so starkem Gefälle, daß auch die Niederschlagshöhe längs ihres Laufes rasch abnimmt. So durchschneidet der Lauf des Wolosatebachs die auf der Niederschlagskarte abgegrenzten schmalen Bänder gleicher Niederschlagshöhe fast rechtwinklig, und auf eine etwa 12 km lange Strecke des Baches kommt hierdurch eine ungefähr 400 mm betragende Er-

mäßigung des jährlichen Niederschlages. Auch das unterste Stück des San-Quellflusses gehört bereits dem Bereiche mit weniger als 700 mm jährlicher Niederschlagshöhe an.

Die Solinka und Oslawa, die beiden bedeutendsten linksseitigen Zuflüsse des Oberlaufes, entstammen mit den Verästelungen ihrer Gewässernetze ebenfalls jener hochgelegenen und dadurch besonders niederschlagsreichen Zone. Dagegen bringt es die ganze Bodengestaltung mit sich, daß dem oberen San von der rechten Seite keine Gewässer zufließen, die gleich bedeutende Niederschlagsmengen abführen. Somit kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die erwähnten und die benachbarten kleineren Gewässer dem Abflußvorgange des San weithin sein Gepräge geben, das sich jedoch durch das Hinzutreten immer größerer Hügel- und Flachlandflächen mehr und mehr verwischt und, wenigstens in einigen Einzelheiten, allmählich umgestaltet.

Zu beiden Seiten des Mittellaufes dehnt sich ein Gebiet aus, in dem der Niederschlag größtentheils unter 700 mm bleibt und die Grenze von 800 mm nur in unwesentlichen Ausnahmefällen überschreitet. Hierunter den bemerkenswerthesten bildet das kleine, schon bei der Beschreibung des Wislok erwähnte Flächenstück, in welchem die Jahresmenge des Niederschlags sogar bis auf 900 mm anzuwachsen scheint. Dem San strömen von dort die Baryczka und andere kleine Bäche zu, die auf den Abflußvorgang nicht wesentlich einwirken können. Größere Bedeutung besitzt der unterhalb Przemysl von rechts mündende Wiar, der einzige mit einem Pegel versehene Nebenfluß des San, den Wislok ausgenommen. Für die Pegelstelle Krowniki (bei Przemysl) liegen seit 1888 Beobachtungen vor, die auf einen stürmischen Abflußvorgang des Wiar schließen lassen; beispielsweise hat im Jahrfünft 1891/95 der niedrigste Wasserstand nur 0,38 m unter, der höchste aber 5,59 m über Mittelwasser (1,81 m a. P.) gelegen. Die theilweise recht bedeutenden Nebenflüsse des unteren San entstammen hauptsächlich dem Flachlande, das weniger als 700 mm Jahresniederschlag hat, und verleihen dem Hauptflusse einigermaßen das Gepräge der Flachlandgewässer, was auch bis zu gewissem Grade (vgl. S. 401/4) vom Wislok gilt, obschon sein Gebiet sich bis zur vollen Höhe des Gebirgskammes hinauf erstreckt.

Zur näheren Darlegung dieser Erscheinungen stehen fünf langjährige Pegelreihen zur Verfügung, und zwar von folgenden Stellen:

Pegelstelle	Km.	Höhenlage des Nullpunkts	Beobachtungen liegen vor seit
Postoluw . . .	294,9	+ 311,30 m	Januar 1867
Przemysl . . .	165,9	+ 195,25 m	Januar 1867
Radymno . . .	134,4	+ 182,09 m	Januar 1867
Jaroslau . . .	119,8	+ 176,78 m	Januar 1873
Majdan . . .	10,6	+ 143,24 m	Januar 1867

Außer diesen Pegelstellen bestehen noch solche, deren Beobachtungen beiläufig verwerthet worden sind, bei Olchowce (Km. 280,7; N.-P. = + 284,31 m) seit 1888, Dynuw (Km. 235,9; N.-P. = + 236,82 m) seit 1890, Babice (Km.

201,1; N.=P. = + 209,65 m) seit 1888, Lezachuw (Km. 100,9; N.=P. = + 169,12 m) seit 1888, Rzuchuw (Km. 85,4; N.=P. = + 166,86 m) seit 1873, Rudnik (Km. 51,0; N.=P. = + 156,96 m) seit 1878, Nisko (Km. 39,5; N.=P. = + 152,17 m) seit 1871.

Die erste der in obiger Tabelle bezeichneten Pegelstellen liegt etwa 9 km vor dem Ende des Oberlaufes, die zweite ähnlich nahe am Ende des Mittellaufes. Die unweit von einander befindlichen nächsten beiden Pegelstellen, die eigentlich nur eine Art von doppeltem Pegel darstellen (auch denselben Beobachter haben), gehören der ersten Theilstrecke des Unterlaufs an, und Majdan endlich liegt am Ende der zweiten Theilstrecke in geringem Abstande von der Mündung des San. Da der Rückstau aus dem Weichselstrome kaum von Einfluß ist, zeigt Majdan=zbydniowski unmittelbar die gesammte Einwirkung, welche der San auf die Weichsel ausübt. Die Vertheilung der Pegelstellen ist also eine recht günstige.

Die auf S. 417 abgedruckte Tabelle giebt einen Ueberblick über die monatlichen Mittelwerthe, deren jährlicher Gang in den Abb. 23 bis 27 bildlich veranschaulicht ist, und die Hauptzahlen der Halbjahre und des Jahres für jene fünf Pegel. Diese Mittelwerthe sind zur Vergleichbarkeit mit den übrigen galizischen Flüssen aus den Beobachtungen der Jahre 1871/95 gebildet, während für die am Schlusse der Tabelle mitgetheilten äußersten Wasserstände sämmtliche Beobachtungen vom Beginne bis zum Oktober 1896 herangezogen wurden. Bei Jaroslau konnte bloß der Zeitraum 1873/96 zu Grunde gelegt werden. Für die Gleichartigkeit der übrigen Mittelwerthsreihen, welche für die Klarlegung feinerer Unterschiede zwischen verschiedenen Strecken desselben Flusses besonders erwünscht sein mußte, wurde nach Möglichkeit noch dadurch Sorge getragen, daß mittels Herleitung annähernd gleichwerthiger Wasserstände und auf ähnliche Art die wenigen Beobachtungslücken in einigermaßen wahrscheinlicher Weise ergänzt worden sind. Schon bei dieser Gelegenheit sei jedoch darauf hingewiesen, daß eine vollständige Gleichartigkeit sich nicht herstellen läßt, weil eine Störung in der Natur des Flusses selbst begründet ist. Wie folgende Zusammenstellung der 5=jährigen Mittelwerthe darthut, hat bei Postoluw und Jaroslau die Höhenlage des mittleren Wasserstandes stetig zugenommen, bei Przemysl und Radymno in noch größerem Maße abgenommen:

MW (m)	1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
Postoluw	0,04	0,11	0,22	0,20	0,38
Przemysl	0,24	0,03	— 0,04	— 0,10	— 0,22
Radymno	0,05	— 0,20	— 0,44	— 0,78	— 0,86
Jaroslau	—	0,00	0,03	0,04	0,17
Majdan	0,24	0,21	0,11	— 0,15	0,10

Da die angegebenen Mittelwerthe auch annähernd der Mitte des betreffenden Zeitraumes beizulegen sind, so ergiebt sich also, daß der Wasserspiegel im Verlaufe von 20 Jahren sich bei Postoluw um 0,3 bis 0,4 m, bei Jaroslau in 15 Jahren um fast 0,2 m gehoben, bei Przemysl dagegen in 20 Jahren um 0,4 bis 0,5 m und bei Radymno gar um das Doppelte (etwa 0,9 m) gesenkt hat, so daß die durchschnittliche Erniedrigung im Laufe eines Jahres hier etwa

$4^1/_2$ cm ausmacht. Die bei Radymno erfolgte Aenderung hängt zweifellos mit den Durchstichen zusammen, die in den sechziger Jahren von Sosnica bis unterhalb Jaroslau hergestellt worden sind und sich im betrachteten Zeitraume erst vollständig ausgebildet haben. Auch bei Przemysl dürfte die Senkung des Mittelwassers auf einer durch künstliche Eingriffe (Felssprengungen u. s. w.) bedingten Tieferlegung der Sohle beruhen, wogegen die bei Postoluw und Jaroslau bemerkbaren Aenderungen vielleicht nur vorübergehende, theils auf der Wasserführung, theils auf der zeitweiligen Ablagerung von wandernden Sänden beruhende Erscheinungen sein mögen. Beachtung verdient, daß das Spiegelgefälle des Mittelwassers zwischen Radymno und Jaroslau sich keineswegs bedeutend vermindert hat, wie man aus der Verminderung der Fallhöhe um 0,83 m binnen 15 Jahren zunächst annehmen könnte. Vielmehr ist, da der jetzt 14,6 km lange Stromlauf früher über 50% länger war, das mittlere Gefälle sogar etwas größer geworden.

In der nunmehr zu erörternden Tabelle der Hauptzahlen für die betrachteten Pegelstellen kommen jene Aenderungen des durchschnittlichen Wasserstandes zum Glück nur in ganz beschränktem Maße zur Geltung. Der gegenseitige Abstand zweier Mittelwerthe ändert sich ja bei einer allgemeinen Veränderung der Sohle und des Wasserspiegels entweder gar nicht oder doch bloß in ganz unerheblicher Weise. Dagegen wird der Betrag der äußersten Wasserstandsschwankungen allerdings ein wesentlich anderer, wenn (wie dies größtentheils auch für die vorliegende Tabelle gilt) Höchst- und Tiefststand durch eine längere Reihe von Jahren von einander getrennt sind.

Wie aus der Tabelle und den Abbildungen ersichtlich ist, vollzieht sich die durchschnittliche Bewegung, welche die Wasserstände im Kreislaufe des Jahres vollführen, in der nachstehend bezeichneten Weise, ähnlich wie die weiter unten betrachtete jahreszeitliche Häufigkeit der äußersten Wasserstände. — Die Linie für das mittlere Hochwasser zeigt durchweg drei Erhebungen, nämlich die erste und bedeutendste im März, eine zweite im Juni und Juli, eine dritte und am wenigsten ausgeprägte endlich im Oktober. Bezüglich der zweiten ist hervorzuheben, daß der Juli ein etwas höheres mittleres Hochwasser zeigt, als der Juni, obschon letzterem doppelt so viele Jahreshöchststände zufallen. Eine Ausnahme bildet bloß der Pegel zu Radymno, dessen Beobachtungsreihe in Folge einer zweimaligen, nicht ganz aufzuklärenden Verschiebung des Pegelnullpunktes und wegen der bedeutenden Senkung des Wasserspiegels gerade in dieser Beziehung aber nicht als maßgebend zu betrachten ist. — Das Mittelwasser und mittlere Niedrigwasser zeigen dagegen, wenn man von kleineren Unregelmäßigkeiten absieht, auch am San einfache Wellenschwankungen, deren absteigende Bewegung sich vom Frühjahr bis zum Herbst hin erstreckt, während die aufsteigende die übrige Jahreshälfte ausfüllt. Nur bei Postoluw zeigen die MW- und MNW-Linie im Juni eine auffallend hohe Lage, erstere auch im Oktober, so daß die Linie für das Mittelwasser 3 Höhepunkte (März/April, Juni und Oktober) besitzt. Der untere Wendepunkt, an welchem die absteigende in die aufsteigende Bewegung übergeht, liegt bei allen Pegelstellen für Mittel- und mittleres Niedrigwasser im September, in welchem Monate übrigens auch das mittlere Hochwasser bei

Abb. 23. **Postoluw (1871/95)**

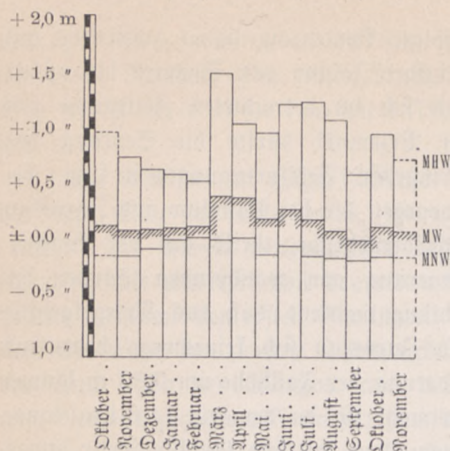


Abb. 24. **Przemysl (1871/95)**

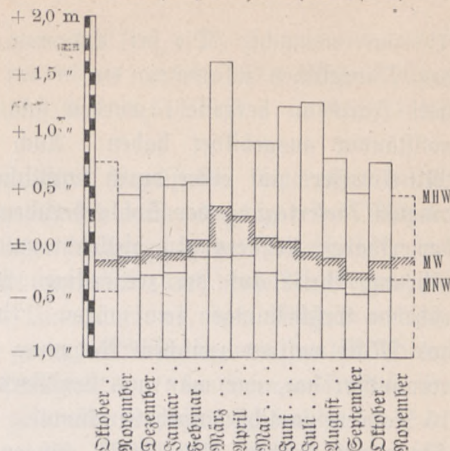


Abb. 25. **Radymno (1871/95)**

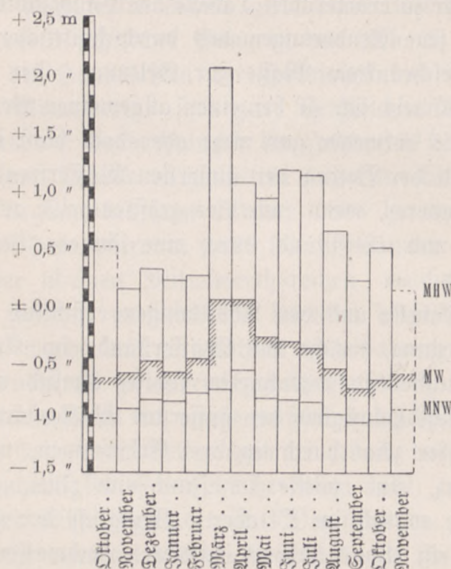


Abb. 26. **Jaroslau (1873/96)**

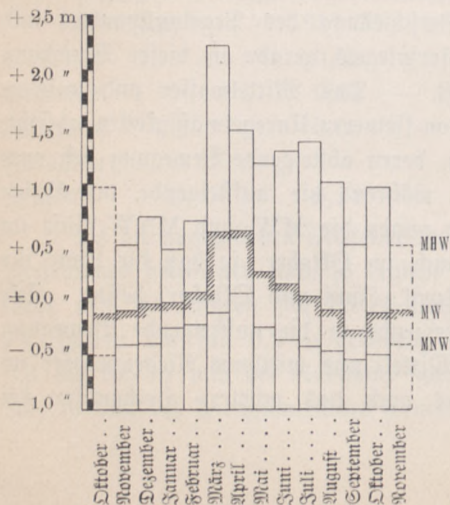
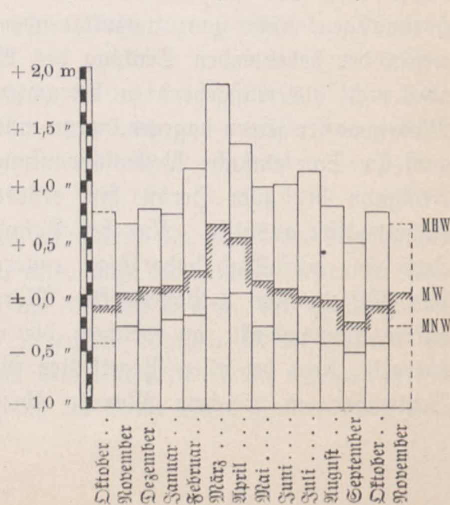


Abb. 27. **Majdan (1871/95)**



1871/95 (nur Jaroslau 1873/96)	Postoluw			Przemysl			Radymno			Jaroslau			Majdan		
	MNW m	MW m	MHW m	MNW m	MW m	MHW m	MNW m	MW m	MHW m	MNW m	MW m	MHW m	MNW m	MW m	MHW m
November	— 0,12	0,11	0,75	— 0,31	— 0,12	0,43	— 0,94	— 0,63	0,11	— 0,42	— 0,12	0,46	— 0,28	0,01	0,63
Dezember	— 0,06	0,12	0,64	— 0,28	— 0,07	0,59	— 0,86	— 0,52	0,29	— 0,41	— 0,06	0,71	— 0,31	0,07	0,76
Januar	0,03	0,13	0,60	— 0,26	— 0,09	0,52	— 0,87	— 0,62	0,19	— 0,27	— 0,05	0,42	— 0,22	0,08	0,71
Februar	0,05	0,14	0,54	— 0,12	0,03	0,54	— 0,80	— 0,50	0,23	— 0,24	0,04	0,67	— 0,18	0,21	1,11
März	0,03	**0,41**	**1,49**	— 0,12	**0,33**	**1,60**	— 0,77	0,02	**2,06**	— 0,14	0,57	**2,22**	— 0,03	**0,62**	**1,86**
April	**0,05**	0,40	1,05	— **0,11**	0,24	0,89	— **0,60**	**0,02**	1,05	**0,03**	**0,58**	1,47	**0,01**	0,50	1,33
Mai	— 0,10	0,22	0,97	— 0,26	0,05	0,89	— 0,85	— 0,31	0,91	— 0,27	0,22	1,18	— 0,28	0,12	0,95
Juni	— 0,02	0,30	1,23	— 0,32	0,02	1,21	— 0,86	— 0,35	1,16	— 0,38	0,11	1,29	— 0,39	0,05	0,97
Juli	— 0,11	0,21	1,25	— 0,37	— 0,07	1,25	— 0,88	— 0,41	1,11	— 0,44	0,00	1,37	— 0,42	— 0,02	1,09
August	— 0,13	0,11	1,09	— 0,39	— 0,13	0,76	— 0,99	— 0,59	0,62	— 0,48	— 0,12	1,01	— 0,43	— 0,05	0,78
September	— 0,15	0,03	0,61	— 0,44	— 0,26	0,45	— 1,06	— 0,76	0,19	— 0,56	— 0,30	0,46	— 0,51	— 0,24	0,46
Oktober	— 0,12	0,15	0,97	— 0,42	— 0,15	0,72	— 1,03	— 0,68	0,48	— 0,51	— 0,14	0,97	— 0,43	— 0,10	0,73
Winter	— 0,16	0,22	1,94	— 0,39	0,05	2,02	— 1,03	— 0,37	2,47	— 0,51	0,16	2,64	— 0,47	0,25	2,36
Sommer	— 0,22	0,17	2,14	— 0,50	— 0,09	2,46	— 1,12	— 0,52	2,54	— 0,61	— 0,04	2,47	— 0,59	— 0,04	2,04
Jahr	— 0,23	0,19	2,48	— 0,53	— 0,02	3,01	— 1,16	— 0,44	3,36	— 0,64	0,06	3,30	— 0,64	0,10	2,63

Beginn bis 1896		Postoluw	Przemysl	Radymno	Jaroslau	Majdan
	Tiefststand	— 0,40 Mai 1890 und 1891	— 0,98 5./6. Oktober 1895	— 1,82 12. November 1891	— 0,80 Herbst 1878 und 1880	— 0,95 Herbst 1867 und Sommer 1890
	Höchststand	5,53 10. Juli 1867	6,95 10. Juli 1867	6,39 13. Juli 1867	5,00 24. März 1889	4,90 12. Juli 1867

Majdan den kleinsten und an den übrigen Pegeln nahezu den kleinsten Werth besitzt. Der obere Wendepunkt fällt beim Mittelwasser auf den März oder April, beim mittleren Niedrigwasser auf den April. Während an den Pegelstellen der Flachlandstrecke das MNW des April durchschnittlich 22 cm höher als dasjenige des Februars liegt, sind beide an den oberen Pegelstellen kaum verschieden groß. Offenbar rührt dies von der stetig zunehmenden Ergiebigkeit beim Abflusse des Schmelzwassers im Flachlande her, wogegen im Gebirgs- und Hügellande die bei vorzeitigem Thauwetter eingetretenen kleinen Anschwellungen durch Kälterückfälle leichter unterbrochen werden, was zur Folge hat, daß die winterlichen Monate ähnlich hohe Werthe des MNW aufweisen.

Die schon mehrfach angedeutete allmähliche Wandlung in der Eigenart des San kommt am deutlichsten wohl in den Zahlen für das mittlere Hochwasser der beiden Jahreshälften zum Ausdruck. Am Ober- und Mittellaufe (Postoluw und Przemysl) ist dasselbe, wie bei einem Gebirgsflusse zu erwarten, im Sommer am größten. Bei Radymno sinkt der Unterschied beider Werthe, der bei Postoluw 0,20, bei Przemysl 0,44 m beträgt, schon auf einen mehr zufälligen und unerheblichen Betrag. Bei Jaroslau ist bereits die Umkehr erfolgt, und Majdan zeigt ein Ueberwiegen des winterlichen Hochwassers, dessen Betrag (0,32 m) um so mehr ins Gewicht fällt, als die mittlere Jahresschwankung des Wasserstandes hier erheblich kleiner ist, als an den vorhergehenden Pegelstellen. Ob nun die Stelle, wo das winterliche Hochwasser zu überwiegen beginnt, gerade zwischen Radymno und Jaroslau zu suchen ist, in welcher Strecke der bedeutende Flachlandfluß Szklo in den San mündet (kurz oberhalb Radymno die gleichfalls dem Flachlande angehörige Wisznia), muß dahingestellt bleiben, zumal der bei Jaroslau verwerthete Zeitraum 1873/96 auch schon für Radymno ein (freilich ganz geringfügiges) Ueberwiegen des winterlichen Hochwassers ergeben würde. Zweifellos aber wird die Eigenart des Flachlandflusses auf der betrachteten, vielleicht noch ein wenig auszudehnenden Strecke entschiedener ausgeprägt.

Die Beträge des Mittelwassers beider Jahreshälften zeigen eine dem entsprechende gegenseitige Verschiebung. Das Mittelwasser des Sommers ist allerdings schon bei Postoluw kleiner als das des Winters; während der Unterschied aber hier erst 0,05 m ausmacht, wächst er an den nächsten drei Pegelstellen auf das Drei- und Vierfache, bei Majdan sogar auf 0,29 m, trotz des im Ganzen dort kleineren Wasserstandswechsels. Auch das mittlere Niedrigwasser liegt im Winter an allen Pegelstellen höher als im Sommer, und zwar am wenigsten bei Postoluw, am meisten bei Majdan.

In der folgenden Tabelle ist die Lage dargestellt, die das Mittelwasser innerhalb der mittleren Wasserstandsschwankung einnimmt. Bei Przemysl liegt das mittlere Hochwasser des Jahres über seinem Mittelwasser 5,9-mal höher, als das Mittelwasser über dem mittleren Niedrigwasser liegt. Bei Postoluw und Radymno ist die erstgenannte Spanne (MHW—MW) 5,5- und 5,3-mal so groß wie die letztgenannte (MW—MNW), bei Jaroslau noch 4,6-mal und bei Majdan nur noch 3,4-mal so groß, nachdem der San im Unterlaufe den Wislok und die großen rechtsseitigen Flachlandflüsse aufgenommen hat. Man beachte auch den in der Tabelle zu Tage tretenden Unterschied zwischen den beiden Halb-

Pegelstelle	Winter			Sommer			Jahr			
	MW—MNW m	MHW—MW m	MHW—MNW m	MW—MNW m	MHW—MW m	MHW—MNW m	MW—MNW m	MHW—MW m	MHW—MNW m	HHW—NNW m
Postolow . .	0,38	1,72	2,10	0,39	1,97	2,36	0,42	2,29	2,71	5,93
Przemysl . .	0,44	1,97	2,41	0,41	2,55	2,96	0,51	3,03	3,54	7,93
Radymno . .	0,66	2,84	3,50	0,60	3,06	3,66	0,72	3,80	4,52	8,21
Jaroslau . .	0,67	2,48	3,15	0,57	2,51	3,08	0,70	3,24	3,94	5,80
Majdan . . .	0,72	2,11	2,83	0,55	2,08	2,63	0,74	2,53	3,27	5,85

jahren. Wie bei den verwandten Flüssen Wisloka und Wislok, liegt das Mittelwasser innerhalb der halbjährigen mittleren Wasserstandsschwankung während des Sommers verhältnißmäßig etwas tiefer, also den Niedrigständen näher als während des Winters, und zwar an allen Pegelstellen außer Postolow. Trotz der mehr und mehr zur Geltung gelangenden Einwirkung des Flachlandes ist also die Wasserführung während des Sommerhalbjahres in gewissem Sinne sprunghafter als während der kalten Jahreshälfte. Dies rührt hauptsächlich davon her, daß die sehr niedrigen Wasserstände im Sommer wesentlich häufiger sind als im Winter. So liegen am Pegel zu Radymno im Winter etwa 9 %, im Sommer 14 % aller Wasserstände unter — 1,20 m, bei Majdan im Winter sogar nur etwa 7 %, im Sommer dagegen fast 30 % unter — 0,40 m. Zu je tieferen Wasserständen man hinabgeht, um so mehr verschärft sich dieser Unterschied, der nicht nur die absolute Höhe des sommerlichen Mittelwassers vermindert, sondern demselben auch in seiner Lage zu den mittleren Wasserstandsgrenzen einen tieferen Platz anweist.

Andererseits sind aber auch die höchsten Wasserstände im Sommer etwas häufiger als im Winter. Bei Radymno wird z. B. die Pegelhöhe 2,8 m im Winter von 0,4 %, im Sommer von 0,8 %, desgleichen bei Majdan die Höhe 2,4 m im Winter von 0,4 %, im Sommer von 0,6 bis 0,7 % aller Wasserstände erreicht. Im Gegensatze zu den Kleinwasserständen handelt es sich hierbei also nur um ganz geringe Zahlen. Wenn jene besonders hohen Wasserstände nicht auf die Minderzahl aller Jahre beschränkt blieben, würde ja auch sonst bei ihrem im Sommer überwiegenden Auftreten das mittlere Hochwasser dieser Jahreshälfte nicht niedriger ausfallen können als das des Winters. Auch in dieser Beziehung ist an eine bereits bei der Wisloka und dem Wislok gemachte Bemerkung zu erinnern. Der Jahreshöchststand tritt nämlich (wenigstens von einer bestimmten Stelle des Flusses ab) zwar häufiger im Winter ein als im Sommer, ist dafür aber, wenn er einmal auf den Sommer trifft, auch um so höher. Beim San muß man hierbei zwischen den Pegelstellen Postolow, Przemysl und Radymno einerseits und Jaroslau nebst Majdan andererseits unterscheiden. Vereinigt man erstere drei zu einem Mittelwerth, so findet man, daß bei ihnen nur etwa 46 % aller Jahreshöchststände auf den Winter, 54 % dagegen auf den Sommer fallen. Ganz entsprechend ergiebt sich das mittlere Hochwasser des Sommers durchschnittlich um 7 % der mittleren Jahresschwankung höher als das des Winters. Die beiden untersten Pegelstellen weisen dagegen 65 % aller Jahreshöchststände im Winter und nur 35 % im Sommer auf; bei ihnen ist daher das mittlere

Hochwasser des Winters höher, und zwar um wiederum 7 % der mittleren Jahresschwankung.

Ermittelt man nun aber getrennt den Durchschnittswerth aller dem Winter oder dem Sommer angehörenden Jahreshöchststände, so zeigt sich an allen Pegelstellen ein Ueberwiegen des sommerlichen Mittelwerthes, das mit Ausnahme von Radymno den ansehnlichen Betrag von 0,4 bis 0,6 m besitzt. Man erkennt hieraus, daß die gefährlichen Eigenschaften der am höchsten anschwellenden Sommerhochfluthen auch im Unterlaufe des San zur Geltung gelangen, obgleich diese Flußstrecke vollständig dem Flachlande angehört und ihr Abflußvorgang viele entsprechende Merkmale zeigt.

Nachdem wir die in der Vertheilung der Jahreshöchststände auf die Jahreshälften hervortretenden Unterschiede betrachtet haben, sei auf eine Uebereinstimmung aller Beobachtungsreihen hingewiesen (die nachfolgende Tabelle enthält die Durchschnittszahlen für sämmtliche 5 Pegel): Bei allen Pegelstellen vereinigt der März eine größere Zahl von Jahreshöchstständen auf sich als jeder andere Monat, und zwar im Mittel 30 %. An zweiter Stelle, nämlich mit 14 %, folgt auch hier wieder der Juni, unverkennbar unter Einwirkung der Sommerregen, die um diese Zeit noch einen von der Schneeschmelze mit Wasser getränkten Boden vorfinden und daher leichter zu höheren Wasserständen Anlaß geben als

Prozentzahlen für 1871/95 (73/96) der	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Höchststände . .	2	5	3	5	**30**	9	7	14	7	10	2	6	54	46	100
Tiefststände . .	11	5	6	3	2	1	5	6	9	14	**22**	16	28	72	100

die ziemlich gleich bedeutenden Regenfälle des nächsten Monats. Daß auch die beiden dazwischen liegenden Monate April und Mai in je 12 Jahren je 1-mal den höchsten Wasserstand des Jahres aufweisen, bedarf keiner besonderen Erklärung. Wenn die Anschwellungen des Frühjahrs und Frühsommers verhältnißmäßig niedrig geblieben sind, fällt der Jahreshöchststand wohl auch auf den August oder nach stärkeren herbstlichen Niederschlägen auf den Oktober. Am seltensten findet dies in seinen Nachbarmonaten September und November statt.

Außerordentlich regelmäßig gestaltet sich die Häufigkeit des Auftretens der Jahrestiefststände in den einzelnen Monaten. Beginnend mit einem Kleinstwerthe im April, der unter Einwirkung der Schneeschmelze von diesen Tiefstständen fast frei ist, steigt die Zahl derselben genau ein halbes Jahr lang bis zu einem Höchstwerth im September, worauf sie (mit einer unwesentlichen Unterbrechung im Januar) fast ebenso gesetzmäßig wieder bis zum April hin abnimmt. Die diesbezüglichen prozentischen Zahlen zeigen, wenn der April als Ausgangspunkt genommen wird, eine überraschende Regelmäßigkeit der Zu- und Abnahme:

1 5 6 9 14 22 16 11 5 6 3 2.

Ihrer Häufigkeit nach vertheilen sich die Wasserstände innerhalb der beiden Jahreshälften in der Weise, daß der gewöhnliche Wasserstand und der Scheitel-

1871/95		NNW m	MNW m	SW m	GW m	MW m	MHW m	HHW m
Radymno	Winter . .	— 1,82	— 1,03	— 0,54	— 0,51	— 0,37	2,47	5,60
	Sommer .	— 1,80	— 1,12	— 0,76	— 0,65	— 0,52	2,54	5,29
	Jahr . .	— 1,82	— 1,16	— 0,59	— 0,57	— 0,44	3,36	5,60
Majdan	Winter . .	— 0,82	— 0,47	0,00	0,11	0,25	2,36	3,40
	Sommer .	— 0,95	— 0,59	— 0,42	— 0,17	— 0,04	2,04	3,96
	Jahr . .	— 0,95	— 0,64	— 0,24	— 0,02	0,10	2,63	3,96

werth (GW und SW) merklich unter dem Mittelwasser liegen. Bei den westlichen Gebirgsflüssen (Sola und Skawa) fällt der gewöhnliche Wasserstand mit dem Mittelwasser beinahe zusammen, und liegt am Dunajec sogar höher. Aber schon an der Wisloka liegt der gewöhnliche Wasserstand um 0,05 m unter dem Mittelwasser, und beim San endlich verschärft dieser Unterschied sich noch weiter, nämlich an den oben betrachteten Pegelstellen auf 0,12 bis 0,14 m. Hiermit stimmt überein, daß die Anzahl der Wasserstände, welche unter dem Jahresmittelwasser bleiben, bei Radymno und Majdan übereinstimmend etwa 58 bis 59 % beträgt. Wenn auch beim Weichselstrom, wenigstens von seinem Eintritt ins Flachland ab, ein ähnliches Verhältniß zwischen dem Mittelwasser und dem gewöhnlichen Wasserstande besteht, so ist dies zum Theil wohl dem San zuzuschreiben, zum anderen Theile den linksseitigen und den galizischen Flachlandflüssen. — Der häufigste Wasserstand (SW) liegt bei Radymno wenig tiefer als der gewöhnliche, bei Majdan dagegen bedeutend niedriger. An beiden Pegelstellen sind diese Unterschiede im Sommer weit mehr ausgeprägt als im Winter.

Aus den für Radymno und Majdan angefertigten Zusammenstellungen über die Anzahl der Wasserstände, die unter den stufenweise von 20 zu 20 cm fortschreitenden Pegelhöhen geblieben sind, ergiebt sich Folgendes: An beiden Pegelstellen überwiegen bis zu etwa 2,20 m a. P. die niedrigeren Wasserstände im Sommer. Je kleiner die Pegelhöhe ist, um so ausgeprägter zeigt sich dieses Uebergewicht. Beispielsweise liegen unter — 0,40 m a. P. Radymno (— 0,44 m ist das Jahres-MW) 66,6 % der sommerlichen und 58,3 % der winterlichen Wasserstände, unter — 1,20 m a. P. (— 1,16 m ist das Jahres-MNW) 14,0 % der sommerlichen und nur 8,9 % der winterlichen Wasserstände. Das gegenseitige Verhältniß verschärft sich also bedeutend nach unten hin, bei Majdan sogar derart, daß unter — 0,60 m a. P. (— 0,64 m ist das Jahres-MNW) von den Wasserständen des Sommers 10,4 %, von denen des Winters aber nur 0,3 % herabsinken. Bei Radymno ist bis 0,20 m a. P. der April derjenige Monat, welcher die geringste Anzahl von kleineren Wasserständen besitzt, sodann der März bis etwa 3,20 m a. P., darüber hinaus der Juni. Bei Majdan ist es bis etwa 2,20 m a. P. der März, sodann der Juni; jedoch fallen auch hier in der Stufe unter 0,20 m a. P. vorübergehend noch einige Prozente weniger in den April. Die meisten kleineren Wasserstände kommen bei Majdan im September vor, ebenso bei Radymno für die Pegelhöhen unter dem Nullpunkt, darüber hinaus im Oktober und November.

Der Umstand, daß die Monate März und April gerade für die Stufen, in welchen sich die Wasserstände besonders häufen, die meisten mit höherer Lage des Wasserspiegels besitzen, während der September in diesen Stufen die meisten mit niedrigerer Lage aufweist, trägt zur Erklärung für das Ueberwiegen der kleineren Wasserstände im Sommer, der größeren im Winter bei. In dieser Beziehung bedeutet das winterliche Ueberwiegen zweifellos eine stärkere Wasserführung. Andererseits rührt es aber auch wohl theilweise davon her, daß in den Tagen mit fester Eisdecke die Wasserstände höher aufgezeichnet werden, als der abfließenden Wassermenge entspricht, weshalb im Januar und Februar die niedrigeren Wasserstände eigentlich zahlreicher sein müßten.

Da von den Ergebnissen der neuerdings am San ausgeführten Messungen der Abflußmenge noch nichts bekannt ist, können wir nur kurz die Zahlen angeben, welche auf Grund einiger im September 1885 bei niedrigen Wasserständen vorgenommenen Flügel-Messungen zur Ermittlung der dem Mittelwasser entsprechenden Abflußquerschnitte berechnet worden sind. Danach soll die sekundliche Abflußmenge bei Mittelwasser betragen: für Dolina (Km. 282) unterhalb der Oslawamündung 32 cbm, Trepcza (Km. 271) 35 cbm, Dynuw (Km. 236) 39 cbm, Przemysl (Km. 166) 40 cbm, Buszkowice (Km. 158) unterhalb der Wiarmündung 43 cbm, Sklad-solny (Km. 142) 45 cbm, Munina-mala (Km. 124) oberhalb der Szklomündung 47 cbm. Die zugehörigen sekundlichen Abflußzahlen nehmen von etwa 14 auf 7,7 l/qkm ab. In der Mündungstrecke des San soll die Abflußmenge bei Mittelwasser 129 cbm/sec betragen, was für das 16 870 qkm große Niederschlagsgebiet gleichfalls einer sekundlichen Abflußzahl von rd. 7,7 l/qkm entspricht. Bei dem sehr niedrigen Wasserstande — 0,75 m a. P. Majdan hat die am 25. September 1888 dort ausgeführte Flügel-Messung 27 cbm/sec ergeben, entsprechend der sekundlichen Abflußzahl 1,6 l/qkm. Für das Hochwasser vom 20. Juni 1884 (5,80 m a. P. Przemysl) wurde die größte Wassermenge, welche durch die Eisenbahnbrücke abgeflossen ist, rechnerisch auf 1766 cbm/sec ermittelt, entsprechend der sekundlichen Abflußzahl 0,48 cbm/qkm für das 3707 qkm große Niederschlagsgebiet des oberen und mittleren San. Wenn man erwägt, daß zu diesem verhältnißmäßig kleinen, aus Gebirge und Hügelland bestehenden Niederschlagsgebiete unterhalb Przemysl eine (vom Wislokgebiete abgesehen) $3^1/_2$-mal so große, vorwiegend dem Flachlande beizuzählende Gebietsfläche kommt, so mag die Schätzung der größten Abflußmenge des San an seiner Mündung auf 3700 cbm/sec (sekundliche Abflußzahl 0,22 cbm/qkm) vielleicht zutreffen. Vom galizischen Landes-Meliorationsbureau ist bei Ermittlung der Deichweiten und Deichhöhen die sekundliche Abflußzahl für das größte Hochwasser auf 0,244 cbm/qkm, die zugehörige Wassermenge also auf rund 4120 cbm angenommen worden.

III. Wasserwirthschaft.

Der San gilt von Lisko bis Jaroslau auf 182 km Länge (nach der Kilometrirung) als flößbar, von Jaroslau ab auf 120 km Länge als schiffbar. Einstweilen hat aber der flößbare Flußlauf noch bedeutend größere Länge, wie

auf S. 406 bereits bemerkt wurde. Unterhalb Jaroslau unterliegt der San als schiffbarer Fluß der staatlichen Fürsorge. Aber auch weiter oberhalb sind bereits früher umfangreiche Bauten am Flusse vorgenommen worden und werden allmählich noch weiter ausgedehnt. Im Ganzen soll für den Ausbau der 214 km langen Strecke von Dubjecko (am unteren Mittellaufe) bis zur Mündung bis zum Jahre 1917 eine Summe von 7 Millionen Gulden, also etwa 56 000 Mark für das Kilometer, zur Verwendung gelangen. Als Versuchstrecken zur Ermittlung der zweckmäßigen Abmessungen dienen: im Mittellaufe unterhalb Dubjecko die Strecke Iskan—Bachuw, ferner im Unterlaufe die Strecke Jaroslau—Szuwsko und die 4 km lange Mündungstrecke.

Am oberen und mittleren San waren früher die Flußbauten hauptsächlich zum Festlegen des Bettes in der Nähe von Brücken und neben den am Ufer entlang geführten Verkehrswegen bestimmt, z. B. an der Transversalbahnbrücke oberhalb der Oslawamündung und an den beiden Brücken bei Przemysl (für die Reichsstraße und für die Eisenbahnlinie nach Krakau), den einzigen Brückenanlagen am 127 km langen Mittellaufe. Der Unterlauf wird unweit Jaroslau von der Eisenbahnlinie nach Sokal gekreuzt und hat außerdem Straßenbrücken bei Radymno, Jaroslau, Lezachuw und Zarzycze oberhalb Nisko. Die geringe Zahl dieser Brücken, deren Durchflußweiten etwa 160 bis 260 m betragen, deutet auf die Schwierigkeit ihrer Anlage und Sicherung hin. Beispielsweise wurde bei der großen Hochfluth vom Juli 1867 ein Pfeiler der Przemysler Eisenbahnbrücke fortgerissen, bei dem Hochwasser vom Juni 1884 die Jaroslauer Straßenbrücke zerstört und die Radymnoer Brücke beschädigt. (Die beiden unterhalb liegenden Brücken sind erst später angelegt worden.) Außer jenen Schutzbauten für Straßen und Brücken sind früher am Mittellaufe vereinzelt auch Bauten zur Sicherung der Ufer von den Anliegern mit Beihülfe aus öffentlichen Mitteln hergestellt worden, namentlich bei Mrzyglud, Ulucz, Jablonica (Durchstich), Iskan (Durchstich), Krzywcza, Krasiczyn und oberhalb Przemysl (Durchstich). Letztere Begradigung wurde 1897 durch die auf S. 254 erwähnte Anlage eines Durchstichs bei Ostruw fortgesetzt.

Am unteren San war die Verwilderung beim jähen Uebergange des Flußlaufs aus dem Hügellande in das Flachland zu weit vorgeschritten, um den Mißständen anders als durch planmäßigen Ausbau abhelfen zu können. Besonders dringlich erschien eine Beschleunigung des Wasserabzugs für die Zwecke der Landeskultur, da von der Wiarmündung bis unterhalb Jaroslau, wo die verflachten Flußschleifen eine ununterbrochene Schlangenlinie bildeten, nicht bloß das Thal des Hauptflusses völlig verwässert war, sondern auch für die Thäler seiner Nebenflüsse genügende Vorfluth fehlte. Schon 1781 hatten Aufnahmen für die Begradigung jener Strecke stattgefunden. Jedoch wurde erst 1862 die Ausschachtung der Durchstiche bei Szuwsko unterhalb Jaroslau begonnen und in den sechziger Jahren bis Sklad-solny fortgesetzt. Daß bei der allmählich erfolgten Erweiterung der ausgeschachteten Gräben eine der Sohlenvertiefung entsprechende Senkung des Wasserspiegels eingetreten ist, haben wir bereits auf S. 409 und 415 erwähnt; bei Radymno mag die Senkung des Mittelwassers etwa 1,2 m betragen. Der Fluß brachte hierbei so bedeutende Massen von Boden in Bewegung, daß

die Verlandung der Altbetten im Allgemeinen schnell vor sich ging, wie denn auch bei den Einschränkungsbauten die von den Parallelwerken und Buhnen dem fließenden Wasser entzogenen Flächen am San äußerst rasch verlanden. Beispielsweise stehen unter der Verwaltung des Oberingenieurs in Przemysl etwa 500 ha Weidenhäger auf 68 km Flußlänge.

Die in den Jahren 1890/94 bewirkte Anlage eines kleinen, aber sehr schwierigen Durchstichs bei Sosnica bildete den Anfang zur Weiterführung der von Szuwsko bis Sklad-solny flußaufwärts hergestellten Begradigung. Außerdem erweist es sich an manchen Stellen als nothwendig, das beim Hochwasser zu weit ausgelaufene Bett der älteren Durchstiche mit Parallelwerken einzuschränken. In der Regel hat sich die Ausbildung des neuen Flußbettes in befriedigender Weise vollzogen. Seine meistens hohen Ufer werden durch gut gepflegte Weidenbestände gegen Abbrüche geschützt. Die Fahrrinne zeigte z. B. im August 1897 bei dem sehr niedrigen, noch unter dem mittleren Niedrigwasser liegenden Wasserstande von — 0,70 m a. P. Przemysl in den Gruben der Krümmungen 1,5 m und auf den Ueberschlägen 0,7 bis 0,8 m Tiefe.

Unterhalb der begradigten Strecke sind bis Lezachuw mehrfach Einschränkungsbauten ausgeführt. Weiter flußabwärts liegen die zum Schutze gefährdeter Ortschaften oder besonders werthvollen Geländes ausgebauten Stellen in großen Abständen, durch verwilderte Flußstrecken von einander getrennt: bei Piskorowice, bei Staremiasto, unweit Sarzyna, bei Kopki und Rudnik, an der Tanewmündung bei Ulanuw, von der Brücke bei Zarzycze bis unterhalb Nisko, oberhalb der Jodlowkamündung unweit Rozwaduw. Zum Theil sind hierbei nachtheilige Krümmungen mit Durchstichen oder durch Festlegung eines vom Flusse selbst bewirkten Durchrisses beseitigt, zum Theil die Ufer durch Vorbau von Parallelwerken und Buhnen auf einer Seite oder beiden Seiten des Flusses gegen die Angriffe der Strömung gesichert worden. Am ungünstigsten liegen die Verhältnisse bei Sarzyna an der 20 km langen österreichisch-russischen Grenzstrecke, wo trotz der internationalen Vereinbarungen (vergl. S. 249) ein durchgreifender Ausbau bisher nicht zu Stande gebracht werden konnte. Einen vollständigen planmäßigen Ausbau hat die oben bereits erwähnte Mündungstrecke erhalten, deren Normalmaße auf S. 409 angegeben sind. Einige Angaben über die Ausführung der genannten Bauten finden sich auf S. 253/261. Außer den von der Einmündung des San in die Weichsel an seinem rechten Ufer flußaufwärts bis Km. 24, an seinem linken Ufer bis Km. 26 hergestellten Deichen (vergl. S. 275/9 und 412) bestehen keine Eindeichungen am Flußlaufe.

Abgesehen von der begradigten Strecke oberhalb Jaroslau und vereinzelten Stellen weiter unterhalb, befindet sich das Flußbett des San einstweilen noch in so verwildertem Zustande, daß seine Benutzung für die Schiffahrt ausgeschlossen und selbst die Flößerei bei kleinen Wasserständen behindert ist. Bei höherem Wasser fand früher, sogar noch bis in die vierziger Jahre hinein, ein nicht unbeträchtlicher Verkehr von kleinen Kähnen mit 25 t Ladung und von größeren Segelschiffen statt, die bis nach Danzig fuhren. Daß dieser Verkehr im vorigen Jahrhundert lebhafter war und in den letzten Jahrzehnten ganz aufgehört hat, dürfte denselben Ursachen zuzuschreiben sein wie das allmähliche Erlöschen der

Schiffahrt auf der Oberen Weichsel (vergl. S. 248). Auch die Flößerei hatte angeblich früher weit größeren Umfang als jetzt. Nach den auf S. 267 mitgetheilten statistischen Angaben sind in den Jahren 1886/90 beim Nebenzollamte Koziarnia jährlich 294 Fahrzeuge (d. h. wohl ausschließlich Traften) mit 42491 t, 1891/95 jährlich 171 Floßholztraften mit 40 547 t Gewicht abgefertigt worden. Größtentheils kommt dieses Floßholz aus dem mittleren und oberen San, der bis zur Solinkamündung aufwärts frei von Stauanlagen ist; zum kleineren Theile geht es bei Przemysl und Jaroslau, den namhaftesten Plätzen für den Holzhandel, von der Eisenbahn auf den Wasserweg über.



2. Abtheilung. 12. Kapitel.

Der Wjeprz.

Das 10 762 qkm große Wjeprzgebiet bildet eine längliche, von Südsüdost gegen Nordnordwest ausgestreckte Fläche von etwa 170 km Länge und ziemlich gleichmäßiger, rund 63 km betragender Breite. Am südöstlichen Ende entspringt der Wjeprz und am nordwestlichen mündet er in die Weichsel. Während der Fluß in seinem mittleren Laufe von Krasnystaw bis zur Tysmjenicamündung nicht bedeutend von der Mittellinie des Gebietes abweicht, hat er in den oberen Strecken und im Unterlaufe völlig andere Richtung. Der untere Wjeprz fließt nahezu gegen Westen, in etwa 25 km Abstand vom Nordrande des Lubliner Hügellandes, durch ein breites, nach der Weichsel hin allmählich immer tiefer in das Flachland eingenagtes Thal. Der obere Wjeprz von Krasnystaw aufwärts bis Zwjerzynjec fließt gegen Nordnordost schräge durch das Lubliner Hügelland zwischen den beiden Bodenerhebungen desselben, deren östlich gelegene als nördlicher Ausläufer des von Lemberg herbei streichenden Höhenrückens aufgefaßt werden kann. Die rechtsseitigen Nebenbäche des Oberlaufs fließen, annähernd rechtwinklig zu ihm, auf dem gegen Westnordwest abgedachten Hange des Höhenausläufers herab, ebenso der Quellbach des Wjeprz selbst.

Als natürliche Theilstrecken des Flußlaufs sind daher anzusehen: der Quellbach bis zur Kniebiegung bei Zwjerzynjec, der Oberlauf von da bis Krasnystaw, der Mittellauf von da bis zur Kniebiegung an der Tysmjenicamündung, schließlich der Unterlauf von da bis zur Mündung in die Weichsel. Die obere Strecke des Mittellaufs gehört noch dem Lubliner Hügellande an, das hier zur Rechten des Flusses allmählich in das polnische Flachland übergeht. Als Grenzpunkt zwischen dieser oberen und der unteren, vollständig dem Flachlande angehörigen Strecke kann man die Mündung des großen Nebenbaches Bystrzyca annehmen. Die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse der bezeichneten Strecken ergeben sich aus der Tabelle auf S. 427.

Daß die Gesammtentwicklung bedeutend größer ist als in den Theilstrecken, rührt vom mehrfachen Wechsel der Hauptrichtung her. Innerhalb der einzelnen Strecken beruht die Größe der Entwicklung hauptsächlich auf den Krümmungen des Flußlaufs, während das Thal im Allgemeinen ziemlich schlank verläuft und nur zu beiden Seiten von Lenczna eine stärker gewundene Grundrißform besitzt. Der Quellbach zeigt wenig Windungen; diese beginnen vielmehr erst unterhalb Zwjerzynjec und werden um so zahlreicher und schärfer, je mehr sich der Wjeprz dem Städtchen Krasnystaw nähert. Der Mittellauf hat bis oberhalb Lenczna

Flußstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
	270						
Quellsee—Zwjerzynjec		57	37,0	1,54	649	34,0	8,8
	213						
Zwjerzynjec—Krasnystaw		39	64,0	0,609	1640	44,0	45,5
	174						
Krasnystaw—Bystrzycamündung . .		24	72,0	0,333	3000	50,0	44,0
	150						
Bystrzycamdg.—Tysmjenicamündg. .		22	46,0	0,478	2090	37,0	24,3
	128						
Tysmjenicamündung—Mündung . .		17	66,0	0,258	3880	47,0	40,4
	111						
Im Ganzen . .	—	159	285,0	0,558	1790	163,0	74,8

gleichfalls sehr viele kurze und äußerst scharfe Krümmungen, namentlich bei Olesniki und Milejuw, wo die Schleifen ununterbrochen auf einander folgen. Die untere Strecke des Mittellaufs weist bis Leszkowice eine schlankere Gestalt auf, in der sich streckenweise aber doch ebenfalls sehr scharfe Krümmungen finden. Von Leszkowice bis zur Tysmjenicamündung und im ganzen Unterlaufe folgen die kurzen Schleifen, selten von etwas längeren Bogenlinien mit größerem Halbmesser unterbrochen, wiederum unmittelbar auf einander.

Die Grundrißform des Wjeprz erinnert demnach einigermaßen an die Gestalt der Netze vor ihrem Ausbau. Daß das Flußbett in ähnlicher Weise wandelbar ist, ergiebt sich aus den zahlreichen Resten ehemaliger Flußarme. Indessen scheint sich, wie dies vor Festlegung des Bettes auch bei der Netze geschehen ist, die Aenderung der Grundrißform hauptsächlich durch allmähliche Parallelverschiebung der Flußschlingen, sowie mittels Durchbrüchen von einer zur anderen Schlinge und Neubildung von kurzen Schleifen zu vollziehen, seltener aber durch vollständige Verlegung des Flußlaufs nach einer anderen Stelle des Thalgrundes. Im großen Ganzen ist das Bett einheitlich gestaltet, und Seitenarme kommen nur ausnahmsweise vor, abgesehen von den bei hohen Anschwellungen entstehenden Seitenströmungen. Eine bedeutende Spaltung beginnt unterhalb Leszkowice und endigt unterhalb Kock, wo der Hauptarm und der links abgezweigte Nebenarm eine inselförmige Niederung von 12 km Länge und 2 km Breite umschließen.

Das Gefälle des Wjeprz ist in Anbetracht des Umstandes, daß der Fluß bis weit in den Mittellauf hinein dem Hügellande angehört, recht gering. Nur der Quellbach hat etwas stärkeres, der Oberlauf bereits mäßiges Gefälle. Im Mittellaufe ist das Gefälle oberhalb der Bystrzycamündung schwächer als unterhalb, da die obere Strecke eine weit größere Laufentwicklung besitzt. Sehr schwach ist das mittlere Gefälle im Unterlaufe; es beträgt in der Mündungstrecke von der Landstraßenbrücke bei Sarny ab nur 0,15 ‰, so daß das Weichselhochwasser weit in den Wjeprz zurückstaut.

Diese Brücke liegt kurz oberhalb der Stelle, an welcher das 3,5 km breite Flußthal mit deutlich ausgeprägten Rändern in das hier zur Rechten des Haupt-

stroms über 10 km breite Stromthal übergeht. Rechts vom Wjeprz liegt hier ein wenig über das höchste Hochwasser empor ragender sandiger Landstrich, der sich über Bobrowniki nach der Festung Iwangorod zieht und das Ueberschwemmungsgebiet von den nassen Wiesen am Thalrande trennt. Links vom Wjeprz wird das Ueberschwemmungsgebiet von einer sandigen hochwasserfreien, mit Wald bedeckten Vorstufe des Höhenlandes begrenzt, deren Dünenbildungen sich bis zu 20 m über den gewöhnlichen Wasserspiegel erheben, das Höhenland etwa 30 m über denselben. Die Breite des Flußbettes selbst beträgt hier 60 bis 90 m, die Uferhöhe 2 bis 3 m über dem gewöhnlichen Spiegel des selbst im Hochsommer 1,2 bis 1,5 m tiefen Flusses.

Ueberhaupt scheint der Wjeprz auch zur Sommerzeit ziemlich gut gespeist zu werden, da sein Bett nur im Oberlaufe an einigen Stellen durchfuhrtet werden kann, im Mittel- und Unterlaufe dagegen hierfür zu tief ist. Die Flößerei beginnt 184 km oberhalb der Mündung bei Krasnystaw, von wo auch manchmal roh gezimmerte, zum Verkaufe als Nutzholz nach beendigter Thalfahrt bestimmte Kähne mit etwa 18 t Ladung zu Thal schwimmen. Auf der Strecke oberhalb Krasnystaw können kleine Flöße nur im Frühjahr bei hohen Wasserständen nach der Schneeschmelze schwimmen. In der russischen amtlichen Statistik wird der Wjeprz von Krasnystaw ab als schiffbar bezeichnet, ebenso die untere Tysmjenica auf 34 km Länge nebst der Bystrzyca, die auf je 21 km schiff- und flößbar sein soll. Thatsächlich kommen nach der preußischen Weichsel ziemlich viel Floßhölzer aus den Gouvernements Lublin und Sjedlce, welche mit den genannten Wasserläufen in den Hauptstrom gelangt sind. Nach der Flößereiordnung dürfen dieselben bis zu 6,4 m Breite haben, während die größte Länge der aus ihnen zusammengesetzten Traften auf 117 m festgesetzt ist. Die Breite des Flußbetts beträgt im Oberlaufe durchschnittlich 20 bis 30, im Mittellaufe 40 bis 60, im Unterlaufe gewöhnlich über 60, an vielen Stellen 150 m und darüber. Die beiden Eisenbahnbrücken der Linie Iwangorod—Terespol bei Trawniki (am Mittellaufe) und bei Iwangorod (dicht oberhalb der Mündung) haben angeblich 150 und 200 m Lichtweite. Die Straßenbrücken besitzen viel geringere Lichtweiten, werden aber bei der Abführung des Hochwassers durch Fluthbrücken unterstützt; beispielsweise befinden sich im Straßendamm bei Zawjeprzyce (unterhalb der Bystrzycamündung) 3, im Straßendamme bei Lysobyki sogar 7 Fluthbrücken.

Da der Thalgrund gewöhnlich auf große Breite nur wenig höher als der lange andauernde sommerliche Wasserstand liegt, während die Uferrehnen meist 1 bis 1,5 m über demselben liegen, so ist die Vorfluth der Flußniederungen meistens derart beeinträchtigt, daß ausgedehnte Flächen aus nassen, nur in trockenen Jahren ertragfähigen Wiesen bestehen oder vollständig versumpft, mit Gebüsch bedeckt und von offenen Wasserlachen durchfurcht sind. Eine günstigere Höhenlage besitzt das Seitengelände neben den aus sandigem Lehm bestehenden Ufern an verschiedenen Stellen des Oberlaufs (bei Zwjerzynjec, Michaluw, Izbica und Krasnystaw), im Mittellaufe bei Milejuw und von der Bystrzycamündung bis Gurka-Lubartowska, sowie am Anfange des Unterlaufs bei Kock. Nur selten drängt sich das Flußbett so nahe an die Thalwand, daß eines der beiden Ufer

hochwasserfreie Höhe besitzt, nämlich in den oberen Strecken mehrfach auf der linken, in den unteren hauptsächlich auf der rechten Seite, besonders bei Lenczna und gegenüber der Kreisstadt Lubartuw.

Die Breite der Thalsohle beträgt am Quellbach etwa 0,5, am Oberlaufe in den lang gestreckten Erweiterungen 1,2 bis 1,5, dazwischen in den kurzen Thalengen 0,3 bis 0,6 km. Am Mittellaufe ist die Thalsohle bis 6 km oberhalb Lenczna über 1 bis 2, stellenweise fast 3 km breit, verengt sich dann rasch auf 2- bis 300 m und nimmt erst bei Kijany oberhalb der Bystrzycamündung wieder größere Breite an: bis unterhalb Lubartuw meist 1 bis 1,3, von da bis zur Mündung gewöhnlich 1,5 bis 2,5, an manchen Stellen 3 bis 4 km. Die natürlichen Verhältnisse des Thalgrundes sind (von den bereits erwähnten Brückenanlagen abgesehen) mehrfach durch den Einbau von Ortschaften und Gehöften in das bei großen Hochfluthen überschwemmte Gebiet, bei den oberhalb Izbica gelegenen Strecken durch die verwässernde Wirkung einiger Mühlenwehre, in den unteren Strecken durch kleine Deichanlagen etwas geändert worden. Im Allgemeinen kann sich aber das Hochwasser frei ausdehnen und erreicht daher selten mehr als 3 m Höhe über dem gewöhnlichen Wasserstand. Im Quellbach unterhalb Krasnobrod liegen dicht hinter einander drei Stauweiher für den Betrieb von Mühlen. Deiche finden sich nur im Mittellaufe oberhalb Lubartuw und gegenüber Leszkowice auf der linken Seite.

Die Thalwände sind in der Regel flach geböscht, aber ziemlich hoch; am Quellbach und am Oberlaufe erheben sie sich auf 20 bis 30 m, am Mittellaufe bis unterhalb Lubartuw auf etwa 10 bis 15 m. Von Krasnystaw abwärts bis zum Engthale bei Lenczna bildet indessen nur die linke Thalwand einen fortlaufenden, bloß an den Seitenthälern unterbrochenen Höhenzug, während rechts zwischen den zungenförmigen Vorsprüngen des Höhenlandes breite Bruch- und Sumpfflächen liegen. Die linke Seite wird hier fast ganz für landwirthschaftliche Zwecke benutzt, während die rechte bewaldet ist. Längs des Engthales bei Lenczna haben die beiderseitigen Thalwände auf 15 m Höhe steile Böschungen. Von Rokitno bis unterhalb Lubartuw zieht auf der rechten Seite neben dem (einer lang gestreckten schmalen Insel gleichenden) Höhenlandstreifen, der das eigentliche (etwa 1 km breite) Flußthal begrenzt, ein bis zu 2 km breiter Niederungsarm entlang, ebenso weiter abwärts ein kürzerer Nebenarm der Niederung auf der linken Seite. Von Gurka-Lubartowska bis zur Tysmjenicamündung ist die Niederung sehr flach in das 8 bis 10 m höhere Seitengelände eingeschnitten. Längs des Unterlaufs behält das rechtsseitige Höhenland bis zur Thalwand der Weichsel ziemlich gleichmäßig die mittlere Meereshöhe + 160 m, wogegen das Flußthal von + 129 m unterhalb Kock auf + 119 m am Kreuzungspunkte der Warschau—Lubliner Landstraße bei Sarny fällt. Die rechtsseitige Thalwand nimmt daher gegen die Mündungstrecke hin mehr und mehr an Höhe zu; sie ist gewöhnlich stark geböscht und bildet bei Bialki einen 40 m hohen Steilhang. Das linksseitige Höhenland liegt durchschnittlich etwas niedriger und geht mit flacheren Böschungen in das Wjeprzthal über. Die Thalbildung an der Mündungstrecke ist bereits auf S. 428 beschrieben.

2. Abtheilung. 13. Kapitel.

Die Pilica.

Die Pilica entwässert einen 9268 qkm großen Gebietstreifen, dessen Mittellinie eine den West-Nord-Quadranten umspannende Bogenlinie von 210 km Länge bildet. Die Breite des Gebiets beträgt durchschnittlich 44 km, und zwar an beiden Enden nur 15 bis 30, in der Mitte jedoch über 100 km. Der Fluß selbst hat von der bei Pilica gelegenen Quelle zunächst östliche Richtung bis Zarnowjec, biegt hier gegen Norden um bis oberhalb Szczekociny, wo er von der Polnischen Platte in die vorgelagerte Sandniederung eintritt, und fließt alsdann am Rande der Platte nordwestwärts bis Konjecpol (Oberlauf). Von Konjecpol bis unterhalb Przedborz bildet das vorwiegend gegen Norden gerichtete Pilicathal die Grenze zwischen dem Vorlande des Sadomjerzgebirgs und der Hochfläche von Petrikau, von Przedborz bis Tomaszuw mit gleicher Richtung die Grenze zwischen dieser Hochfläche und dem Flachlande von Radom. Durch das rechtsseitige Gebiet der oberhalb Sulejuw mündenden Czarna und das linksseitige Gebiet der bei Tomaszuw mündenden Wolborka erreicht hier die Pilicagebietsfläche ihre größte Breite (Mittellauf). Schon oberhalb der Wolborkamündung beginnt die Kniebiegung des Flusses aus der nördlichen in die östliche Richtung. Ziemlich genau gegen Osten fließt die Pilica allerdings nur bis Inowlodz, von wo sie bis Domanjewice gegen Ostnordost, dann bis Bialobrzegi wieder annähernd gegen Osten und schließlich von da bis zur Mündung bei Mniszew (Km. 457,5 des Weichsellaufs) gegen Nordosten gerichtet ist (Unterlauf). Die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse dieser drei Hauptstrecken und des Gesammtlaufes ergeben sich aus folgender Tabelle:

Flußstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
	420						
Quelle—Konjecpol		150	57,0	2,63	380	26,0	119,2
	270						
Konjecpol—Tomaszuw		120	120,0	1,00	1000	88,0	36,4
	150						
Tomaszuw—Mündung		56	127,0	0,441	2270	93,0	36,5
	94						
Im Ganzen	—	326	304,0	1,07	932	145,0	109,7

Daß die Entwicklungszahlen für den Mittel- und Unterlauf bedeutend kleiner sind als für den Oberlauf, rührt hauptsächlich von dem zweimaligen Richtungswechsel des letzteren her, wogegen in den beiden unteren Strecken die Stromrichtung nirgends stark von der Luftlinie abweicht. Aus demselben Grunde hat auch die Gesammtentwicklung bedeutende Größe. Die Entwicklungszahlen des Mittel- und Unterlaufs beruhen überwiegend auf den zahlreichen kleinen, aber theilweise sehr scharfen Krümmungen des Flußlaufs. Verästelungen in viele Rinnen kommen nirgends vor, wohl aber Spaltungen in zwei oder mehrere Arme, welche durch hohe Mittelsände des übermäßig breiten Bettes oder durch förmliche Inseln getrennt werden. An wenigen Stellen haben diese Nebenarme bedeutende Länge, z. B. bei Lengonice oberhalb Nowe-Miasto und von der Mogjelankamündung bis unterhalb Przybyszew. Häufig sind aber Spuren solcher ehemaligen Arme in alten Schlenken vorhanden, oder Einrisse und Auskolkungen im Thalgrunde lassen erkennen, daß die bei Hochwasser entstehenden Seitenströmungen neue Arme auszubilden streben. Die breite Niederung des Unterlaufs zeigt allenthalben die deutlichsten Kennzeichen der allmählich stattfindenden Wandelung des Flußbettes durch Verlegungen der Strömung, Durchbrüche der Landzungen in den Flußschleifen, Versandung der verlassenen und Auswühlung neuer Flußschleifen. Offenbar kommt hier zum Ausdruck, daß das von niedrigen Ufern eingefaßte, oft verflachte Flußbett bei dem sehr geringen Gefälle des Unterlaufs nur den kleineren Theil der mit großer Geschwindigkeit aus dem gefällereicheren Mittellaufe kommenden Hochwassermassen abzuführen vermag, während der größere Theil in Seitenströmungen zum Abflusse gelangt.

Oberhalb Konjecpol liegt das 20 bis 30 m breite Flußbett zwischen 2 bis 3 m hohen, in den Gruben abbrüchigen Ufern, welche ebenso wie die Sohle zumeist aus ziemlich feinem Sande bestehen. Beim Mittellaufe vergrößert sich die Breite des Bettes in der Thalenge von Sulejuw und an anderen gut ausgebildeten Stellen auf 50 bis 60 m, beträgt aber öfters doppelt so viel, wo die Ablagerung von Mittelsänden zur Verbreiterung auf Kosten der Tiefe des Querschnittes genöthigt hat. Im Unterlaufe hat das Bett nirgends unter 100 m, vielfach aber 2- bis 300 m Breite zwischen 1 bis 2 m, nur ausnahmsweise bis zu 4 m über dem gewöhnlichen Wasserstande liegenden Ufern. Diese bestehen auch in den unteren Strecken fast überall aus reinem oder lehmigem Sande von geringer Widerstandsfähigkeit. Nur in der obersten Strecke des Oberlaufs, ferner bei Maluszyn und Sulejuw am Mittellaufe, sowie bei Inowlodz am Unterlaufe liegt das Bett in thonigem Boden. An mehreren anderen Stellen des Unterlaufs, namentlich ober- und unterhalb von Nowe-Miasto und in der Mündungstrecke von oberhalb Warka bis Pilica, wo sich der Fluß hart an die linksseitige Thalwand gelegt hat, besteht das steile Hochufer auf dieser Seite aus widerstandsfähigem Geschiebelehm, dagegen das niedrige flache Ufer zur Rechten aus Sand. Die Sohle ist im ganzen Flußlaufe mit leicht beweglichem feinem Sande bedeckt, durch dessen veränderliche Ablagerungen bei Kleinwasser oft nur 0,5 m Wassertiefe in der Stromrinne bleiben.

Das Flußthal bildet im Oberlaufe vom Dorfe Pilica bis Zarnowjec eine flach eingeschnittene Mulde, deren 1 km breite Sohle mit nassen Wiesen bedeckt

ist. Unterhalb Zarnowjec verengt sich das Wiesenthal auf kurze Strecke, und noch bis jenseits Szczekocinÿ liegt das Höhenland links nahe am Ufer, wogegen rechts die sumpfige Niederung meist unmerklich in das hochwasserfreie Gelände übergeht. In der letzten Strecke des Oberlaufs fließt die Pilica durch die Sandebene, welche westlich von Konjecpol nach dem Warthegebiet zieht. Am Mittellaufe treten von Konjecpol bis Okolowice 15 bis 20 m hohe Anhöhen zur Linken nahe an den Fluß, dann wieder bei Maluszyn und einige Kilometer weiter unterhalb. Zwischen diesen Vorsprüngen des Höhenlandes und auf der rechten Seite bis Dobromjerz durchweg ist die Grenze zwischen den moorigen Wiesen des Flußthals und dem sandigen hochwasserfreien Gelände nur schwach markirt. Von Dobromjerz bis Przedborz nähert sich rechts der Ausläufer der letzten Parallelkette des Sandomjerzgebirges als niedriger Hügelrücken und bildet auch zur Linken des bei jenem Städtchen auf etwa 1 km verengten Flußthals eine die Umgegend beherrschende Bodenschwelle. Von hier bis zur Czarnamündung stehen die beiderseitigen flachgeböschten Anhöhen um 5 bis 6, zuletzt um 2 bis 3 km von einander ab. Das breite Sandgelände der Thalsohle reicht stellenweise bis an den Fluß, den gewöhnlich ein Wiesenstreifen von 1 bis 2 km Breite besäumt. Von der Czarnamündung bis Sulejuw wird das Thal enger und hat bei diesem an den beiderseitigen, 15 bis 20 m hohen Thalwänden aufgebauten Orte nur 100 m Sohlenbreite. Gleich unterhalb bei der Luciazamündung treten die Anhöhen wieder zurück bis auf etwa 1,5 km Abstand, der sich in der letzten Strecke des Mittellaufs oberhalb Tomaszuw auf 0,8 km vermindert; den Thalgrund erfüllen hier wiederum nasse Torfwiesen.

Am Unterlaufe erhebt sich bis zum Dorfe Pilica, wo das Weichselthal beginnt, der linksseitige Rand der Hochfläche von Skjernewice um 15 bis 30 m über das Pilicathal. Die rechtsseitige Thalwand ist niedriger und flacher geböscht, besonders von Studzianna abwärts. Bloß in Nähe der Mogjelankamündung zu beiden Seiten von Wysmjerzyce überhöht das rechtsseitige Höhenland das gegenüberliegende um 10 bis 20 m, jedoch erst in großem Abstande vom Flußthal. Gewöhnlich geht das flache, sandige, mit Torftümpeln übersäete Gehänge unmerklich in den ebenso beschaffenen Thalgrund über, dessen Breite unterhalb Tomaszuw 2 bis 3 km, bei Inowlodz auf kurze Strecke nur 4- bis 600 m, oberhalb Studzianna 1,5 km, von da bis Nowe-Miasto 3 bis 7,5 km, von da bis Bialobrzegi 3 bis 5 km beträgt. Die einzige Engstelle beim Städtchen Inowlodz, in dessen Nähe Jurakalksteinbrüche liegen, wird beiderseits von 25 bis 30 m hohen Steilhängen eingefaßt und gewährt, von üppigem Wald umschlossen, ein hübsches Landschaftsbild (Sommerfrische für die Bewohner der Fabrikstadt Lodz). Auch weiter abwärts ist die linksseitige Thalwand an einigen Stellen ziemlich steil aufgerichtet, und zwar bis zum Uebergange in das Weichselthal. Das rechtsseitige Gehänge verschwindet dagegen unterhalb Bialobrzegi vollkommen, so daß die Flußniederung ohne Abtrennung in die Sandebene ausläuft, welche sich zwischen der Pilica und Radomka ausbreitet.

Schon bei Tomaszuw liegt die Thalsohle so niedrig, daß sie bei großen Hochfluthen, welche 3 bis 5 m über den gewöhnlichen Wasserstand anschwellen, auf 1 bis 2 km Breite unter Wasser gesetzt wird. Das Ueberschwemmungsgebiet besteht aus nassen Torfwiesen oder Rohrbrüchern, mit Kusseln und Gestrüpp

bewachsen. Auch das hochwasserfreie Thalgelände zeigt eine Fülle von großen und kleinen Moortümpeln zwischen dem als dürftige Weide dienenden Sandboden. An manchen Stellen mit besserer Bodenbeschaffenheit bedeckt den Thalgrund dichter Auewald, namentlich auf der 6 km langen Strecke beim kaiserlichen Jagdschlosse Spala zwischen Tomaszuw und Inowlodz. Unterhalb der bei letzterem Städtchen befindlichen Thalenge dehnen sich die Moorflächen und Sumpfgehölze, welche das Ueberschwemmungsgebiet der Pilica bezeichnen, längs dem Flußlaufe meist auf 2 bis zu 4 km Breite aus. Wegen des überaus schwachen Quergefälles können die ausgeuferten Wassermassen nur sehr langsam wieder ablaufen und durchfeuchten im Frühjahre nach der Schneeschmelze die Niederung viele Wochen hindurch. Im Sommer entstehen nur kleinere, kaum als Hochwasser zu bezeichnende Anschwellungen, welche bloß die tiefsten Flächen überschwemmen; freilich liegen in den letzten Thalstrecken große Flächen so tief, daß auch diese sommerlichen Ausuferungen lange anhalten.

Am Ober- und Mittellaufe der Pilica scheint das Hochwasser gleichfalls hoch anzusteigen, da bei den dortigen Holzbrücken die Brückenträger etwa 5 bis 6 m über dem gewöhnlichen Wasserstande liegen. Die Durchflußweite der Straßenbrücken nimmt von 40 m allmählich auf 150 m zu; die Eisenbahnbrücke der Linie Koluszki—Ostrowjec unterhalb Tomaszuw hat etwa 90 m Lichtweite ohne besondere Fluthbrücken in dem breiten sandig-sumpfigen Ueberschwemmungsgebiet. Sowohl diese Brückenanlage, als auch die hochwasserfreien Straßendämme bei Nowe-Miasto, Tomczyce, Bialobrzegi und Warka wirken vermuthlich hemmend auf den Abfluß der Fluthmassen ein, desgleichen die Anlage des Städtchens Inowlodz in der dortigen Thalenge. Eindeichungen sind nirgends vorhanden, Stauanlagen nur in den obersten Strecken. Die leichte Bauart der meisten Brücken läßt darauf schließen, daß keine gefährlichen Eisgänge vorkommen, vermuthlich weil zur Frostzeit niedrige Wasserstände herrschen, die Eismassen also verhältnißmäßig gering sind und großentheils von den bei geringer Anschwellung eintretenden Ueberschwemmungen auf das Seitengelände geschoben werden.

Zur Flößerei wird die Pilica auf 198 km Länge von Przedborz ab benutzt. Durch den Hinzutritt der Czarna nimmt ihre Wassermasse derart zu, daß von Sulejuw ab auf 157 km Länge auch roh gezimmerte Kähne, die nach der Thalfahrt als Nutzholz verkauft werden, mit 13 bis 20 t Ladung in den Frühjahrsmonaten zu Thal schwimmen können. Die Mündungstrecke der Pilica soll auch für größere Fahrzeuge zugänglich sein. Jedoch ist der Schiffsverkehr sehr unbedeutend im Gegensatze zum Verkehre mit Floßholz, dessen Traften nach der Flößereiordnung, wie im Wjeprz, 6,4 m Breite und bis zu 117 m Länge haben dürfen. An eine Schiffbarmachung des Flusses hat man wohl niemals ernstlich gedacht, obgleich im vorigen Jahrhundert Kanalverbindungen mit der Warthe geplant waren, eine von Konjecpol und eine andere von Sulejuw aus (vergl. Oderwerk, Bd. II S. 182/3). Diese Pläne scheinen indessen nicht weiter verfolgt worden zu sein und würden den Wettstreit mit dem Plane einer Verbindung des Weichsel- und Warthegebiets durch das Bzura-Ner-Thal nicht bestehen können. Die letztgenannte Kanalverbindung ist von der Natur vorgezeichnet, was sich von den beiden aus dem Pilicagebiete abzuleitenden Kanälen kaum sagen läßt.

2. Abtheilung. 14. Kapitel.

Der Bug.

Der zum Weichselgebiete gehörige Bug wird von den Russen Sapadnyi-Bug, d. h. der Westliche Bug, genannt, zum Unterschiede vom Südlichen Bug, der aus Podolien nach dem Schwarzen Meere fließt und in den Liman des Dnjepr mündet. Seine Bedeutung im Gewässernetze der Weichsel ist bei der Gebietsbeschreibung (vergl. S. 134) gewürdigt worden. Als Hauptquelle betrachten wir die bei Kruhuw am Rande der Podolischen Platte entspringende Quelle. Der Oberlauf würde, streng genommen, bis Sokal zu rechnen sein, wo der Fluß das Quellgebiet verläßt und das nördlich dem Bug-Styr-Becken vorgelagerte, niedrige Hügelland zu durchbrechen beginnt. Mit Rücksicht auf die zur Beschreibung verfügbaren Unterlagen verschieben wir indessen die Begrenzung etwas weiter flußabwärts bis zur Warezankamündung bei Litowjerz, wo der Bug in das Russische Reich eintritt. Von hier bis zur Muchawjecmündung bei Brest-Litowsk ist sein Lauf vorwiegend nördlich, sodann vorwiegend westlich gerichtet. Diese Kniebiegung entspricht zugleich einer wesentlichen Veränderung in der Thalbildung und im ganzen Verhalten des Flusses. Bei Brest liegt daher der natürliche Grenzpunkt zwischen dem mittleren Bug und dem unteren Flußlaufe, der sich mit dem Narew gegenüber Serock vereinigt. Die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse der bezeichneten drei Abschnitte des Flußlaufs ergeben sich aus der folgenden Tabelle:

Flußstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
	311						
Oberlauf (Quelle—Reichsgrenze) . .		130	197,0	0,660	1520	111,0	77,5
	181						
Mittellauf (Reichsgrenze—Brest) . .		54	293,0	0,184	5430	167,0	75,4
	127						
Unterlauf (Brest—Mündung) . . .		55	276,0	0,199	5020	172,0	60,5
	72						
Im Ganzen . .	—	239	766,0	0,312	3210	415,0	84,6

Ein Nivellement des Bug stand für die Beschreibung nicht zur Verfügung, abgesehen von den Angaben auf der Tillo'schen Karte. Diese stimmen theilweise jedoch nicht überein mit den Abmessungen der Längen auf Grund der österreichischen und russischen Generalstabskarten und mit den in diesen Karten eingetragenen Höhenzahlen, welche sich auf die Uferhöhen beziehen. Auch die Angaben über die Höhenlage der Pegel-Nullpunkte bei den österreichischen Pegelstellen Ruda und Sokal stehen in Widerspruch mit den Höhenzahlen der Karten. Während die Lauflänge aus denselben mit genügender Genauigkeit ermittelt werden konnte, sind die Höhenzahlen sämmtlich unsicher. Die zunächst auffallende Erscheinung, daß der untere Bug etwas stärkeres Gefälle besitzt als der mittlere, wird übrigens auch von anderer Seite bestätigt und wäre nach der auf S. 135 dargelegten Annahme über die Vorgeschichte des Flusses wohl zu verstehen. Die bedeutende Prozentzahl der Gesammtentwicklung beruht großentheils auf dem Wechsel der Hauptrichtung im Brester Thalbecken, mehr noch auf den zahlreichen Krümmungen, welche der Bug in seinem Thale beschreibt, namentlich im Mittellaufe. Flußlauf und Flußthal betrachten wir gesondert für die österreichische und die russische Strecke, dagegen die wasserwirthschaftlichen Verhältnisse für den ganzen Flußlauf gemeinsam. Die über den Abflußvorgang vorliegenden Mittheilungen werden gemeinsam mit denjenigen über den Narew im folgenden Kapitel behandelt.

IA. Flußlauf und Flußthal des Bug in Oesterreich.

Der Bug entsteht aus mehreren Quellbächen am Nordrande der Podolischen Platte bei Koltuw, wo der Plattenrand buchtartig die Quellen der Geschwisterbäche Bug und Zloczowka umzieht, zwischen denen ein Hügelzug als Rest des von ihnen tiefer ausgenagten Körpers der Platte stehen geblieben ist. Oberhalb Koltuw liegt ein kesselförmiges Becken von 4 bis 5 km Durchmesser, das + 305 m mittlere Höhenlage besitzt und von dem + 370/400 m hoch liegenden Gelände der Podolischen Platte mit steil abfallenden Wänden umgeben wird. Am Fuße der Kesselwände treten in Wiesenniederungen die Quellen zu Tag, deren Abflußgräben sich bei Koltuw und in dem unterhalb liegenden Teiche bei Ruda-Koltowska vereinigen. Als Hauptquelle wird die auf + 311 m bei Kruhuw entspringende angenommen, obgleich eine andere in der Thalschlucht bei Majdan etwas höher liegt. Von Koltuw bis Bialykamjen durchfließt der Bug ein schmales, beiderseits von 80 bis 100 m hohen Hügeln mit zerklüfteten Gehängen eingefaßtes Thal. Bis Bialykamjen verfolgt er Richtung gegen West-zu-Nord, von da bis Busk und weiter bis Kamionka gegen Nordwesten, sodann bis Dobrotwur gegen Norden, hierauf bis zur Ratamündung gegen Nord-zu-West und von da über Sokal bis unterhalb Skomorochy, wo auf der rechten Seite das russische Gebiet beginnt, vorwiegend gegen Norden mit geringer östlicher Ablenkung, schließlich auf der als Reichsgrenze dienenden Strecke bis zur Mündung des Warezankabachs bei Litowjerz wiederum gegen Nordwesten. Im Ganzen weicht er von der vorherrschend nordwestlichen Richtung nicht bedeutend ab. Bei Bialykamjen tritt

er aus dem Hügellande in das Lößvorland ein, unweit des zwischen Busk und Kamionka gelegenen Dorfes Derewlany in die Sandebene und unterhalb Krystynopol (etwa an der Bialystokmündung) in das Sokaler Hügelland. Die Entwicklungs- und Gefällverhältnisse in den einzelnen Theilstrecken ergeben sich aus folgender Tabelle:

Flußstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
	311						
Quelle—Ruda-Koltowska		31	9,0	3,44	290	7,5	20,0
	280						
Ruda-Koltowska—Bialykamjen . .		28	19,0	1,47	679	14,5	31,0
	252						
Bialykamjen—Peltewmündung . .		37	23,0	1,61	622	14,2	62,0
	215						
Peltewmündung—Derewlany . . .		4	15,0	0,267	3750	9,8	52,7
	211						
Derewlany—Dobrotwur		10	45,0	0,222	4500	22,5	100,0
	201						
Dobrotwur—Ratamündung		9	25,0	0,360	2780	16,6	50,6
	192						
Ratamündung—Sokal		2	15,0	0,133	7500	13,2	13,6
	190						
Sokal—unterhalb Skomorochy . .		4	23,0	0,174	5750	11,6	98,3
	186						
Grenzstrecke		5	23,0	0,217	4600	13,6	69,1
	181						
Im Ganzen . .	—	130	197,0	0,660	1520	111,0	77,5

Die Gesammtentwicklung entfällt zur Hälfte auf die Entwicklung des Thals, zur Hälfte auf diejenige des Flußlaufs im Thale. Von den Theilstrecken haben die zwischen Bialykamjen und Dobrotwur gelegenen wegen des mehrfachen Richtungswechsels ziemlich große Thalentwicklung. In den übrigen Theilstrecken ist die Entwicklung hauptsächlich durch die Krümmungen des Flußlaufs im ziemlich gestreckt verlaufenden Thale bedingt; namentlich von Derewlany bis Dobrotwur weist der Fluß zahlreiche scharfe Krümmungen auf. Namhaftes Gefälle besitzt er nur oberhalb der Peltewmündung.

Am bemerkenswerthesten erscheint der Gegensatz zwischen der sehr schwach (0,133 ‰) geneigten Strecke unterhalb und der etwas stärker (0,360 ‰) geneigten oberhalb der Ratamündung. Das entsprechende Thalgefälle beträgt von Dobrotwur bis dahin 0,49 ‰ und von da ab bis Sokal 0,15 ‰, zeigt also einen noch schärferen Gegensatz. In der ersten Strecke (Dobrotwur—Ratamündung) bildet der Bug zahlreiche, von niedrigen Ufern eingefaßte Arme, die durch eine Fülle von Abzweigungen unter einander verbunden sind, und wandelt sich bei Hochwasser in einen 1,5 bis 2 km breiten Sumpfsee ohne deutlich erkennbare Bahn um. In der folgenden Strecke (Ratamündung—Sokal) besitzt er dagegen ein geschlossenes Bett von ziemlich schlanker Gestalt, das auch bei Ueberschwemmung des Thalgrundes den größten Theil des Hochwassers abführt. Nach den oben erwähnten 1841/43 vorgenommenen Messungen beträgt die Abflußmenge des Bug oberhalb der Ratamündung bei Kleinwasser 6,3 cbm/sec (2,0 l/qkm

sekundliche Abflußzahl), nach Aufnahme der wasserreichen Rata dagegen 11,3 cbm/sec (2,3 l/qkm sekundliche Abflußmenge). Für den mittleren Sommerwasserstand wird die Abflußmenge bei Busk unterhalb der Peltewmündung auf 10 cbm/sec (4,6 l/qkm sekundliche Abflußzahl), unterhalb der Ratamündung auf 19 cbm/sec (2,6 l/qkm sekundliche Abflußzahl) angegeben. Bei höheren Wasserständen bringt aber der Bug vorübergehend bedeutende Abflußmengen, die in dem sandigen, wenig widerstandsfähigen Gelände große Massen von Sink- und Wanderstoffen in Bewegung setzen, welche beim Fallen der Hochfluth sich ablagern und von der schwachen Strömung nicht fortgespült werden können, also zum seitlichen Ausweichen und zur Bildung von Nebenarmen Anlaß geben. Unterhalb der Ratamündung findet eine kräftigere Räumung des Bettes durch die von dem Nebenflusse erheblich verstärkte Strömung statt, und die Ufer sind besser widerstandsfähig, weshalb das Flußbett seine einheitliche Gestalt zu bewahren vermag. Die auf den Karten bemerkbaren Schlenken zeigen, daß früher wohl Verlegungen des Flußlaufs stattgefunden haben. Dieselben gehen jedoch offenbar nur sehr langsam vor sich, da hier und auf den übrigen Strecken (mit Ausnahme der Strecke Dobrotwur—Ratamündung) die 1840/43 aufgenommenen Flußkarten angeblich noch heute brauchbar sind.

Von jener Strecke abgesehen, fließt der Bug meist in einem geschlossenen Flußbett, dessen Spiegelbreite von Busk ab 14 bis 15, von der Ratamündung ab 30 m bei mittlerem Sommerwasserstand beträgt oder durch den begonnenen Ausbau erhalten soll, um überall eine für den Floßverkehr stets ausreichende Tiefe in der Stromrinne herbeizuführen. Abbrüche kommen auch außerhalb jener Strecke in den Krümmungen vor, namentlich dort, wo die Schleifen des Flusses die Thalwände berühren. Diese sind gewöhnlich deutlich ausgeprägt und besäumen ein 0,4 bis 0,6, unterhalb der Ratamündung bis zu 1,5 km breites Wiesenthal, dessen Höhenlage genügt, um die meisten sommerlichen Anschwellungen abzuhalten, andererseits aber die Düngung durch Schlickablagerungen beim Frühjahrshochwasser nicht verhindert und einen ausreichend hohen Grundwasserstand sichert. Die Wiesen liefern daher reichliche Erträge, die nur selten durch unzeitige Ausuferungen verschlammt oder durch Wegtreiben des Heues geschädigt werden. Zwischen Dobrotwur und Krystynopol fehlen die Thalränder fast ganz, und die Bruchwiesen des Bugthals verlieren sich unmerklich in das bruchige Waldland der Sandebene. Die niedrigen, vielfach sumpfigen und unter der Torfdecke sandigen Ufer der zahlreichen flachen Arme sind häufigen Abbrüchen ausgesetzt. Das Hochwasser breitet sich in dieser Niederung derart aus, daß die größte Schwankung der Wasserstände wenig über 2 m beträgt. An der oberhalb Dobrotwur gelegenen Pegelstelle Ruda hat die mittlere Schwankung MHW—MNW im Zeitraume 1889/95 nur 2,28 m, die größte Schwankung HHW—NNW 2,96 m betragen, dagegen am Anfange des Durchbruchthales bei Sokal die mittlere Schwankung 3,61 m, die größte Schwankung 5,78 m. Der mittlere Wasserstand (1,75 m a. P. Ruda) ist bei den Frühjahrsfluthen alljährlich um 0,75 bis 2,81 m überschritten worden, bei den sommerlichen Anschwellungen im Juli 1891 und Oktober 1894 um etwa 0,8 m, bloß einmal (im August 1893) um das beträchtliche Maß von 1,81 m.

I B. Flußlauf und Flußthal des Bug in Rußland.

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Der bei Sokal beginnende Durchbruch des Bug durch das niedrige Hügelland endigt bei Ustilug, wo die Luga mündet. Von da ab fließt der Mittellauf durch die Ebene, welche rechts in die Sumpflandschaft des Polesje übergeht, links sich langsam zu den höheren Lagen des Flachlandes von Sjedlce erhebt. Von Ustilug bis Opalin, unterhalb welchen Ortes die Ucherka mündet, verfolgt der Bug nordnordwestliche, sodann fast genau nördliche Richtung. Einen beachtenswerthen Abschnitt bezeichnet hier die Mündung der Wlodawka bei Wlodawa, wo der Fluß aus dem Sumpf- und Seengebiete in ein scharf begrenztes Thal eintritt, das er beim Uebergange in das Becken von Brest-Litowsk wieder verläßt. Am Ende dieses Beckens beginnt ein tief in das Höhenland eingeschnittenes Thal, das man vielleicht als jüngeres Durchbruchthal durch den das Polesje bogenförmig umziehenden Landrücken auffassen darf, dessen Scheitel etwa bei Mjelnik vom Unterlaufe des Bug gekreuzt wird. Bis Nur (unterhalb der Nurzecmündung) geht die Richtung des Flußlaufs gegen Westnordwest, sodann bis Brok (unterhalb der Broczyskomündung) gegen Westen, von da bis zur Vereinigung mit dem Narew bei Serock gegen Westsüdwest. Wenn man die genannten Punkte als Grenzpunkte der Theilstrecken annimmt, so ergiebt sich folgendes Bild der Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse des Mittel- und Unterlaufs:

Flußstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	‰
	181						
Reichsgrenze—Lugamündung . . .		6	65,0	0,092	10 830	25,0	160,0
	175						
Lugamündung—Ucherkamündung . .		15	89,0	0,169	5 930	71,0	25,4
	160						
Ucherkamündung—Wlodawkamündg.		6	56,0	0,107	9 330	31,0	80,6
	154						
Wlodawkamündung Muchawjecmdg.		27	83,0	0,325	3 070	61,0	36,1
	127						
Muchawjecmündung—Mjelnik . . .		10	79,0	0,127	7 900	48,0	64,6
	117						
Mjelnik—Nurzecmündung		12	69,0	0,174	5 750	55,0	25,5
	105						
Nurzecmündung—Broczyskomündg. .		15	45,0	0,333	3 000	35,0	28,6
	90						
Broczyskomündung—Mündung . .		18	83,0	0,217	4 610	40,0	107,5
	72						
Im Ganzen	—	109	569,0	0,192	5 220	315	80,6

Der mehrfache bedeutende Wechsel in der Größe des mittleren Gefälles steht zum Theil in unmittelbarem Zusammenhange mit dem entsprechenden Wechsel in der Größe der Entwicklungszahlen. Wenn man die Fallhöhen in Beziehung zu den Luftlinien der einzelnen Theilstrecken bringt, so ergeben sämmtliche Strecken, abgesehen von Wlodawa—Brest und Nur—Serock, etwas mehr

oder weniger als 0,21 ‰, diese beiden Theile des Flußlaufs aber annähernd 0,44 ‰ Gefälle. Die letzte Strecke des Mittellaufs, auf welcher der Bug in das Brester Thalbecken eintritt, und die beiden letzten Theilstrecken des Unterlaufs mit dem Uebergange in das Narew-Weichselthal haben, sowohl im Flußlaufe als auch in Bezug auf die Luftlinie, das bei weitem stärkste Gefälle, zusammen etwa 55 % der ganzen Fallhöhe und nur 37 % der ganzen Lauflänge. Das Verhältniß würde noch auffallender sein, wenn der unterste Theil des Unterlaufs nicht gleichzeitig einen durch zahlreiche große Krümmungen erheblich gegen die Luftlinie verlängerten Lauf besäße. In den übrigen Strecken ist das mittlere Gefälle um so geringer, je größer die Entwicklung ist, und umgekehrt.

Innerhalb des Hügellandes beschreibt das Thal mehrere große und der Flußlauf im Thalgrunde zahlreiche kleine Krümmungen. Zwischen der Luga- und der Ucherkamündung ist der Lauf anfänglich ziemlich gestreckt, spaltet sich dann aber von Dubjenka ab in mehrere Arme und von Swjerze ab in ein Gewirre von Rinnen, deren äußerste bis zu 2,3 km von einander entfernt sind. Von der Ucherkamündung ab zeigt das Thal bis Zbereze noch eine Menge von Schlenken, welche vermuthen lassen, daß der jetzt einheitliche oder doch nur in zwei Arme gespaltene, aber stark gekrümmte Flußlauf früher ähnlich verästelt war. Von Zbereze bis Wlodawa schlängelt sich der Bug in größeren Schleifen von der einen zur anderen Grenze seines Wiesenthales. Von der Wlodawkamündung bis Charsy hat er einen sanfter gekrümmten Lauf. Von da bis unterhalb Slawatycze liegen neben dem Hauptarme viele Spuren ehemaliger und einige noch durchflossene Nebenläufe. Weiter unterhalb bis Brest beschreibt der einheitlich geformte Flußlauf eine Reihe von Krümmungen mit 2- bis 500 m Halbmesser. Von Brest bis Mjelnik sind die Schleifen zahlreicher, zum Theil sehr scharf, zum Theil weit ausholend mit Halbmessern bis zu 1 km und mehr. Von Mjelnik bis zur Broczyskomündung bei Brok wechseln längere, sanft gekrümmte Strecken mit mäßig scharfen Schleifen ab, deren Halbmesser gewöhnlich über 3- bis 500 m betragen. Die offenen Schlenken zu beiden Seiten von Treblinka sind durch eine bei Anlage der dortigen Eisenbahnbrücken erfolgte Begradigung, an anderen Stellen durch Verlegungen des Bettes entstanden. Von Brok bis Kazny besitzt der Bug einen glatt gestreckten, dann aber bis zur Einmündung in den Narew einen stark gekrümmten Lauf mit vielen scharfen Schleifen und Spaltungen, welche Inseln von theilweise beträchtlicher Größe umschließen.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Flußbetts.

Die Breite des Flußbettes nimmt im Mittellaufe von 30 bis 50 m allmählich auf 80 bis 100 m zu, im Unterlaufe von 140 bis 160 m allmählich auf mehr als 200, an den zahlreichen verflachten Stellen auf 400 m und darüber. Die Ufer sind im Mittellaufe bis Charsy meist niedrig und moorig; nur selten berührt das Bett den im Hügellande aus Lehm, im Flachlande gewöhnlich aus Sand bestehenden Fuß des hochwasserfreien Geländes. In der letzten Strecke des Mittellaufs und am ganzen Unterlaufe bestehen sie auf großen Längen aus Sand mit steilen Böschungen von 2 bis 3 m oder, wo der Fluß die Thalwand

angeschnitten hat, von größerer Höhe. Hiermit wechseln aber auch in den unteren Strecken zahlreiche Stellen mit flachen, sumpfigen Ufern. Die Sohle des Bettes ist meist in Sand, nur ausnahmsweise in zähen Lehm, von der Lugamündung bis Charsy häufig in Moorboden eingeschnitten. Durch zahlreiche Abbrüche der Ufer vermehrt sich von letzterem Orte ab die Menge der aus Sand und streckenweise aus feinem Kies bestehenden Wander- und Sinkstoffe bedeutend, namentlich im Unterlaufe. Demgemäß nimmt auch die Zahl, Größe und Höhe der im Bette lagernden Sände zu, die bei niedrigen Wasserständen mit großen Flächen zum Vorscheine kommen und auf den Ueberschlägen kaum 0,3 bis 0,5 m Tiefe in der Stromrinne lassen. Durch die Wirkung des Hochwassers und durch zahlreiche Schiffsmühlen wird die Lage der Rinne oft geändert zum Nachtheile der Schifffahrt, welche außerdem durch die von der Strömung bloßgelegten Baumstämme und Steine gefährdet wird. Mit dem meistens im März stattfindenden Aufbruche des Eises erfolgen die Schmelzwasserfluthen, deren höchste Anschwellungen den gewöhnlichen Wasserstand in den oberen Strecken um 2,5 bis 3,5 m, bei Brest-Litowsk und in den unteren Strecken um 3,5 bis 4,5 m übersteigen. Nach 3 bis 6 Wochen ist die Fluthwelle zwar abgelaufen, aber von der Muchawjecmündung ab zehrt der Bug noch einige Zeit hindurch vom langsamen Abflusse aus dem Polesje, während in den oberen Strecken die sommerliche Niedrigwasserzeit (Mai bis Oktober) nur durch regellose Anschwellungen unterbrochen wird, hauptsächlich im August, die jedoch selten Ausuferungen bewirken.

3. Form und Bodenzustände des Flußthals.

Innerhalb des Hügellandes ist die Thalsohle abwechselnd sehr eng oder bis zu 2 km breit, mit nassen, zur Hochwasserzeit überschwemmten Wiesen bedeckt und mit 30 bis 40 m hohen, zuweilen steil geböschten Wänden eingefaßt. Von der Lugamündung ab nehmen die linksseitigen Gehänge rasch an Höhe ab; rechts beginnt bereits die sandig-sumpfige Ebene, bald danach auch zur Linken. Ein ausgeprägtes Thal fehlt hier vollständig; jedoch wird die sumpfige Wiesenniederung des Ueberschwemmungsgebiets öfters in 2 bis 3 km Abstand von hochwasserfreiem Gelände mit 5 bis 10 m hohen Steilrändern besäumt, z. B. bei Zbereze, wo neben dem durch ein 3 km breites Moor erweiterten Thalgrunde sich rechts die um 10 m höher liegende Ebene mit dem nur 2,5 km vom Steilrande des Bugthales entfernten Quellsumpfe des Prypet erhebt. An den verästelten Stellen des Flußlaufes, besonders zwischen Opalin und Wlodawa, ist der Thalgrund meist völlig versumpft, mit Schilf und Rohr bewachsen, zwischen dem die einzelnen Rinnen träge dahin fließen. Von den Wäldern, welche nach Stuckenbergs Angabe früher das Bugthal hier bedeckt haben sollen, ist fast nichts mehr vorhanden, höchstens die im Flußbett oft zum Vorschein kommenden versenkten Stämme und Stubben. Von Wlodawa bis Slawatycze hat die 3 bis 4 km breite, mit ausgeprägten, wenn auch meist flach geböschten Thalwänden von 10 bis 20 m Höhe eingefaßte Niederung festere Beschaffenheit und liegt größtentheils hochwasserfrei. Zu erwähnen ist hier das von der deutschen Ackerbaukolonie Neudorf besiedelte Bruchland bei Slawatycze. Von da bis zur Muchawjec-

und Krznamündung öffnet sich die weite Ebene des Beckens von Brest-Litowsk, in welcher das Seitengelände des Bug sandig oder bruchig ist. Bei Brest selbst hat die Niederung zur Linken etwa 6 km Breite und wird von zahlreichen, bei Hochwasser angefüllten Lachen durchzogen, während rechts ein sumpfiger Wiesenstreifen in das Muchawjecthal zieht.

Nördlich von Brest-Litowsk bilden die sandigen Kurganyberge eine von dem Bug, dem Muchawjec, der Lesna und dem von ihr zum Muchawjec führenden Sumpflande umschlossene, 10 bis 20 m hohe Diluvialinsel. Ihr flacher Westhang formt eine 2,5 km breite Landzunge, welche die Mündungsstrecke der Lesna vom Bug trennt; das beiderseitige Höhenland steigt von den Flußufern jähe auf etwa 30 m an. Aehnliche Höhe besitzen die stark geböschten Wände des 3 bis 4 km breiten Thales von der Krznamündung ab fast überall. Am höchsten erheben sie sich (bis zu 80 m) bei Mjelnik; ober- und unterhalb dieses Städtchens liegen schluchtartig geformte Thalengen mit 1,3 km Sohlenbreite. Mehrfach bespült der Fluß sandige Hochufer und bricht große Bodenmassen ab, welche unterhalb das Bett verflachen. Die Thalsohle besteht aus nassen Wiesen und sandigem Waldlande; an einzelnen Stellen ist sie besiedelt und der Ackerwirthschaft dienstbar gemacht. Diese Eigenart behält das Thal bis zur Nurzecmündung bei; nur vermindern die Thalwände ihre Höhe allmählich auf etwa 20 m und treten bis zu 5 km aus einander. Während bisher der Fluß seine Lage zwischen dem rechten und linken Thalrande mehrfach gewechselt hat, bleibt er von Osnuwka (oberhalb der Nurzecmündung) ab bis zum Eintritt in das Narewthal bei Popowo meistens dicht am rechtsseitigen, häufig steil abfallenden Gehänge, dessen obere Kante durchschnittlich etwa 15 m über der Thalsohle liegt. Bloß an der Eisenbahnkreuzung bei Malkin-Gurna, von Udrzyn bis gegenüber Kamjenczyk (an der Liwjecmündung) und von Rybno bis Barcice lassen seine Schleifen größere Niederungen auf der rechten Seite frei. Zur Linken bildet das Höhenland bis gegenüber Brok in 5 bis 6 km Abstand noch eine deutliche Begrenzung, die mit flachen Böschungen in das sumpfige, vielfach bewaldete Gelände am südlichen Thalrande übergeht, welches andererseits durch einen höheren Sandstreifen vom 1 bis 2 km breiten Ueberschwemmungsgebiete getrennt wird. Unterhalb Brok liegt links das große, dicht besiedelte und mit zahlreichen Abzugsgräben entwässerte Raznyer Bruch. Weiter abwärts verliert sich die sandige Ebene am Nordwesthange des Flachlandes von Sjedlce unmerklich in das Bugthal. Mehrfach treten hier ausgedehnte, mit Sümpfen und Dünen durchzogene Waldungen unmittelbar an das linke Flußufer.

II. Abflußvorgang.

Der Abflußvorgang des Bug steht in so inniger Beziehung zu dem des Narew, daß beide gemeinsam im folgenden Kapitel behandelt werden. Für die vorliegende Flußbeschreibung fällt dieser Abschnitt daher aus.

III. Wasserwirthschaft.

Die ausgedehnten Forsten, welche im Quellgebiete von Derewlany ab die Sandebene zu beiden Seiten des Bug bis nach Krystynopol bedecken, haben schon früh zur Benutzung des Bug für Flößereizwecke Veranlassung geboten. Der Versuch, bereits bei Busk mit dem Abflößen des Holzes zu beginnen, wurde aber aufgegeben, weil ein bei Ruda unterhalb Kamionka gelegenes Mühlenwehr zu große Schwierigkeiten bereitete. Die Flößerei nimmt daher ihren Anfang jetzt in Dobrotwur, obgleich von hier bis zur Ratamündung das verästelte Bett sogar für den geringen Tiefgang der Flöße oft zu flach ist und den Verkehr manchmal verhindert. Früher sollen jährlich etwa 70- bis 80000 Stämme, meist Kiefern von großen Abmessungen, nach der preußischen Weichsel verflößt worden sein. In Krystynopol erhielten die daselbst regelrecht verbundenen Traften zuweilen eine kleine Getreideladung. In neuerer Zeit hat jedoch der Verkehr aus dem österreichischen Quellgebiete bedeutend abgenommen, so daß nur ein kleiner Theil der von Galizien stammenden Flöße, welche bei Schillno unsere Reichsgrenze überschreiten, aus dem Bug kommt. Von Sokal ab gilt derselbe als schiffbar, wird aber nicht zur Schiffahrt benutzt. Um innerhalb Oesterreichs den Floßverkehr zu verbessern, etwa 42 qkm Thalwiesen zu entwässern und gegen Ueberschwemmungen zu schützen, ist auf Grund des Landesgesetzes vom 9. Juli 1894 ein von der Reichsverwaltung unterstützter planmäßiger Ausbau des Bug von der Peltewmündung bis zur Reichsgrenze im Gange, der bis 1906 beendigt werden soll. Dem im vorigen Jahrhundert aufgetauchten Gedanken einer Kanalverbindung zwischen Bug und Dnjestr stehen so große Schwierigkeiten entgegen, daß ihm niemals näher getreten worden ist. Die Ueberbrückung des Bug bietet auf der österreichischen Strecke wenig Schwierigkeiten, so daß er hier von zahlreichen Straßen und Wegen gekreuzt wird, oberhalb Busk von der Lemberg—Brodyer Eisenbahn.

Nach dem Eintritt in das russische Reich bildet der Bug von Ustilug bis Brest-Litowsk nicht nur die Grenze zwischen Polen und Westrußland, sondern auch eine Scheide des Verkehrs, da über die 228 km lange Strecke nur eine einzige feste Straßenbrücke bei Wlodawa führt, außerdem noch einige schwimmende Brücken, Fähren und Fuhrten, welch' letztere ihre Lage jedoch oft ändern; die einzige Eisenbahnbrücke auf dieser Strecke für die Linie Iwangorod—Kowel überschreitet den Bug bei Dorochusk. Brest-Litowsk ist eine alte Brückenstadt, nach dem polnischen Aufstande 1832 am Muchawjec neu gebaut, während an Stelle der ehemaligen Stadt bei der Mündung des Muchawjec in den Bug die gleichnamige russische Festung errichtet worden ist. Innerhalb dieser Festung führt die Drahtseilbrücke der Warschau—Moskauer Landstraße über den Bug, dicht unterhalb die Eisenbahnbrücke der Linie Warschau—Moskau mit etwa 200 m Lichtweite. Der Unterlauf ist an sechs Stellen fest überbrückt, viermal für Straßen, zweimal für Eisenbahnen, nämlich für die Warschau—St. Petersburger Linie und für die von ihr bei Malkin-Gurna am rechten Bugufer abzweigende Linie nach Sjedlce. Erstere hat etwa 200 m, die weiter oberhalb

gelegene Brücke der Zweigbahn sieben Oeffnungen mit 280 m Lichtweite. Mit letzterer Brückenanlage scheint eine Begradigung des Flusses und bei Treblinka eine Eindeichung verbunden worden zu sein. An dem unterhalb befindlichen Damme der Warschau—St. Petersburger Eisenbahn ist die stromaufwärts liegende Böschung zu beiden Seiten der Brücke mit einem kräftigen Steinpflaster gegen das Hochwasser geschützt, welches hier parallel zum Damme aus beiden Seiten der Niederung nach den offenbar etwas zu engen Brückenöffnungen strömt.

Die von Stuckenberg bezeichneten Hindernisse des Schiffsverkehrs sind in der Hauptsache auch jetzt noch unverändert vorhanden: Verwilderung des Bettes mit zahlreichen, ihre Lage häufig verändernden Untiefen, namentlich im Unterlaufe, ungünstige Ufer und Mangel eines Leinpfades, kurze Dauer der hohen Wasserstände bei den regelmäßigen Frühjahrsanschwellungen und Unsicherheit über die zur Schiffahrt geeigneten sommerlichen Anschwellungen, zahlreiche gefährliche Baumstämme und Steine im Flußbett. Die Schiffsmühlen, von denen es 30 geben soll, gelten nicht als besonders hinderlich. Das bei der Festung Brest unterhalb der Muchawjecmündung befindliche Nadelwehr von ähnlicher Bauart wie die sogenannten Halbschleusen des Bug-Dnjepr-Kanals (vergl. Kap. 17) hat zwei durch einen Mittelpfeiler getrennte Oeffnungen, eine von 85,3 m Lichtweite und einen Schiffsdurchlaß von 19,2 m Lichtweite. Von den nach Stuckenbergs Mittheilung in den zwanziger Jahren zur Verbesserung der Fahrrinne an einigen Stellen angelegten Buhnen und Parallelwerken scheint wenig übrig geblieben zu sein. Jedenfalls ist in neuerer Zeit nichts für ihre Instandhaltung und überhaupt nichts für die Schiffbarmachung des Bug geschehen. Dem von Stuckenberg erwähnten Gedanken, die unweit Wlodawa gelegenen Seen als Speisebecken zu verwenden, wurde nicht näher getreten, da sie sich hierfür wegen ihrer geringen Tiefe und flachen Sumpfufer schlecht eignen.

Von Kryluw und Ustilug ab sind früher Pletten (Galeeren, Dubassen) in namhafter Zahl zu Thal geschwommen, von Ustilug ab während der höheren Wasserstände im Frühjahre auch zuweilen Segelkähne mit Getreide, Talg, Häuten u. s. w., die im vorhergegangenen Herbste leer zu Berg gefahren waren. Sie mußten gleich nach dem Aufbruche des Eises ihre Fahrt beginnen, da oft schon im Mai das Wasser zu tief abfällt, um den Schiffsverkehr zu ermöglichen. Oberhalb Brest-Litowsk ist derselbe daher fast ganz eingegangen, von der Muchawjecmündung ab und namentlich in den letzten Strecken aber zeitweise nicht unbeträchtlich. Im Durchschnitt der Jahre 1890/94 ging jährlich bei Brest-Litowsk vom mittleren Bug nur ein Schiff zu Thal; im Muchawjec gingen jedoch 90 zu Thal und 30 aus dem unteren Bug zu Berg; in den letzten Strecken betrug der Verkehr 230 zu Thal, 170 zu Berg, ferner bei Zegrze (Narew) nach Hinzutritt der Narewschiffahrt 425 zu Thal, 365 zu Berg, außerdem 60 Dampfer der regelmäßigen Linie Warschau—Pultusk. Die für den Bug und Muchawjec angegebenen Fahrzeuge mit Dampfbetrieb (jährlich etwa sechs) sind wohl Dampfer und Dampfbagger, welche bei günstigen Wasserständen von der preußischen Weichsel über den Bug und Bug-Dnjepr-Kanal nach dem inneren Rußland befördert wurden. Zum regelmäßigen Dampferverkehr eignet sich der Bug noch weniger wie der Narew. Die tiefergehenden Segelkähne (Berlinken, Gabaren)

finden während der Sommermonate nur bis Brok ausreichende Fahrtiefe, falls sie sich mit geringer Ladung begnügen.

Recht bedeutend ist dagegen der Floßholzverkehr auf dem Bug von Brest-Litowsk abwärts. Zu den nicht gerade zahlreichen, aus Galizien kommenden und unterwegs etwas vermehrten Holztraften treten dort die Flöße aus der Krzna, dem Muchawjec und der Lesna, später noch solche aus dem Nurzec, dem Liwjec und kleineren Seitengewässern, schließlich diejenigen aus dem Narew. Unter 14 350 kleinen Floßholztafeln, welche im Durchschnitt der Jahre 1890/94 jährlich durch den unteren Bug gegangen sind, stammten etwa 18 % aus dem oberen und mittleren Bug, 78 % aus dem Muchawjec und 4 % aus den Seitengewässern der letzten Strecken. Auf den Muchawjec entfällt also der Hauptantheil in Folge der sehr bedeutenden Zufuhr aus dem Dnjepr-Bug-Kanal.

Dorther kommen namentlich die Hölzer aus den Gouvernements Wolynien und Minsk, welche auf den Nebenflüssen des Prypet herabgeflößt und in dieser Hauptwasserader des Polesje stromaufwärts mit Dampfern in jenen Kanal geschleppt werden. Durch die Zuflüsse des Kanals und des kanalisirten Muchawjec treten hierzu noch Flöße aus dem Grodnoer Gouvernement, bei Brest-Litowsk solche mit Hölzern der Gouvernements Minsk, Wilna und Smolensk, die auf der Eisenbahn herbeigebracht und in Brest zu Floßholztafeln verbunden werden. Von den auf 186 000 t bezifferten Wasserfrachten, welche im Jahre 1894 auf dem Bug befördert worden sind, bestand der weitaus größte Theil aus Stammholz und halbbearbeitetem Nutzholz, das als Decklast der Flöße oder auf Kähnen befördert wurde, ein kleiner Rest aus Brennholz, Getreide, Salz und anderen Gütern. Der Bug-Dnjepr-Kanal lieferte über 80 % sämmtlicher Frachten, der Umschlagsverkehr bei Brest-Litowsk 3,5 %, das Buggebiet selbst nur 16,5 %.

Nach der Flößereiordnung dürfen die Traften auf dem Muchawjec 6,4 m, auf dem Bug oberhalb Brest 6,4 m, unterhalb Brest 12,8 m, in der letzten Narewstrecke von Zegrze ab 25,6 m Breite und 139 m Länge haben. Dieselbe Breite und Länge gilt auch für die Weichsel als zulässiges Maß, weshalb die aus dem Bug und Narew kommenden Flöße bei Zegrze so umgespannt werden, wie sie hernach auf der Weichsel bis zu unserer Reichsgrenze schwimmen.



2. Abtheilung. 15. Kapitel.

Der Narew.

I. Flußlauf und Flußthal.

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Der Narew nimmt seinen Ursprung im Dzikjesumpfe am Bialowjezer Urwald und fließt vom nördlich anschließenden Orlowosumpfe aus durch den großen Forst gegen Nordwesten bis zur Kolonnamündung bei Sjemjenowka, sodann durch ein breites sumpfiges Wiesenthal mit sehr verästeltem Laufe gegen Westen zum Städtchen Narew, das er nach Vereinigung mit der Narewka erreicht. Bis Suraz behält er noch die westliche Richtung bei, wendet sich dann mit zwei scharfen Bögen gegen Norden und unterhalb der Supraslmündung wiederum gegen Westen über Tykocin nach dem großen Bruche, welches die Bjebrza gegen Südsüdwest durchfließt. Hier nimmt der Narew die Richtung dieses bedeutenden, sein Niederschlagsgebiet verdoppelnden Nebenflusses an und beschreibt nunmehr einen Doppelbogen gegen Westen, der ihn an Lomza vorüber nach Aufnahme der Pisa (Pissek), der Szkwa und Rozoga zur Omulewmündung unterhalb Ostrolenka führt. Von da ab fließt er über Rozan gegen Süd-zu-West bis zur Kniebiegung bei Drozdowo. Hier geht er in westliche Richtung über, biegt aber unterhalb der Orzycmündung bei Gnojno wieder unter rechtem Winkel südwärts um und läuft an Pultusk und Serock vorüber, bei welchem Orte der von Osten kommende Bug sich mit ihm vereinigt. Bald danach erfolgt bei Zegrze die dritte Kniebiegung, diesmal wieder gegen Westen, und diese Richtung behält der nun zu einem Strome angewachsene Narew bis zur Mündung in die Weichsel bei Nowo-Georgijewsk.

Die letzte Strecke von Serock ab wird oft zum Bug gerechnet und der Narew als Nebenfluß des Bug angesehen. Angeblich nennen hier die rechtsseitigen Anlieger den Strom Narew, die Bewohner des linken Ufers Bug. An der Vereinigungstelle hat der Narew ein 28361 qkm, der Bug ein 38379 qkm großes Niederschlagsgebiet. Der letztere ist bedeutend länger und seine Quelle liegt höher. Der Narew stellt die Verbindung mit dem Njemen, der Bug diejenige mit dem Dnjepr her, sowohl in Bezug auf die natürliche Entwicklung der Gewässer, als auch bezüglich des Schiffsverkehrs, einerseits durch den Augustowski-

kanal, andererseits durch den Dnjepr-Bug-Kanal. Betreffs der Wassermenge sind beide Flüsse wohl gleichwerthig, obgleich der Narew ein kleineres Niederschlagsgebiet hat. Im Oderwerke (Bd. I S. 8) ist erwähnt, daß Bug und Narew in ähnlicher Beziehung zu einander stehen wie Warthe und Netze beim Oderstromgebiete, wie Spree und Havel beim Elbstromgebiete, wie Leine und Aller beim Weserstromgebiete. Bei diesen Flüssen hat der Unterlauf in zwei Fällen den Namen des rechtsseitigen Zuflusses angenommen (Aller, Havel), in einem Falle den Namen des linksseitigen (Warthe), übrigens bei der Warthe nicht unbestritten, da die letzte Strecke ehemals auch Netze genannt wurde. Es sprechen also für die eine wie für die andere Benennung der gemeinsamen Strecke (Bug oder Narew) triftige Gründe. Da jedoch in den meisten amtlichen Veröffentlichungen und Karten die gemeinsame Strecke nicht Bug, sondern Narew genannt wird, so betrachten wir den Narew als den Haupt- und den Bug als den Nebenfluß, ohne zu vergessen, daß ersterer dabei nur primus inter pares ist.

Die oberste Strecke des Narew bis zur Vereinigung mit der Narewka oder besser bis zu dem kurz unterhalb liegenden Städtchen Narew soll als Quellfluß bezeichnet werden, die folgende Strecke bis zur Bjebrzamündung als Oberlauf, dessen natürliche Abschnitte bei Suraz und an der Supraslmündung sich abgrenzen. Der Mittellauf besteht aus der am Stawiskier Hügellande vorüber fließenden Theilstrecke bis zur Pisamündung und aus einer zweiten, welche die „Ostrolenkaer Wildniß" durchschneidet, bis zur Omulewmündung. Beim Unterlaufe bezeichnen die Mündungen der Orzyc und des Bug natürliche Abschnitte. Ihre Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse ergeben sich aus folgender Tabelle:

Flußstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	%
	158,0						
Quelle—Narew		26,8	60,1	0,446	2240	46,6	29,0
	131,2						
Narew—Suraz		11,7	48,4	0,242	4140	41,0	18,0
	119,5						
Suraz—Supraslmündung		11,0	48,0	0,229	4360	26,0	84,6
	108,5						
Supraslmündung—Bjebrzamündung		7,5	45,6	0,164	6080	33,0	38,2
	101,0						
Bjebrzamündung—Pisamündung . .		3,5	75,1	0,047	21460	36,5	105,8
	97,5						
Pisamündung—Omulewmündung .		5,5	39,0	0,141	7090	26,0	50,0
	92,0						
Omulewmündung—Orzycmündung .		12,0	62,8	0,191	5230	40,3	55,8
	80,0						
Orzycmündung—Bugmündung . .		8,0	44,6	0,179	5580	30,5	46,2
	72,0						
Bugmündung—Mündung		4,5	36,5	0,123	8110	28,0	30,4
	67,5						
Im Ganzen . .	—	90,5	460,1	0,197	5080	237,8	93,5

Seine größte Entwicklung und sein geringstes Gefälle besitzt der Narew, nachdem er in das von der Bjebrza durchflossene diluviale Hauptthal eingetreten

ist, ähnlich wie die Träge Netze im Thorn—Eberswalder Hauptthale. Die Pisa und die übrigen Nebenflüsse aus dem Preußischen Masuren entsprechen der Küddow und Drage. Jedoch kann die Pisa kein solches Uebergewicht in Bezug auf den Abflußvorgang erlangen wie die Küddow bei der Netze, weil ihr Niederschlagsgebiet im Verhältniß zum oberen Narewgebiet nicht sehr groß und ihre Hochwasserführung durch die bedeutenden Seeflächen gemäßigt ist. Zweifellos übt sie aber eine erhebliche Einwirkung auf die Speisung des Narew bei gewöhnlichen Wasserständen aus. Auch die zweite Theilstrecke des Mittellaufs zeigt noch geringes Gefälle. An der Omulewmündung verstärkt sich dasselbe und sinkt erst in der letzten Strecke von der Bugmündung ab wieder auf ein sehr kleines Maß. Eine regelmäßigere Gefällelinie besitzt der Quellfluß mit dem Oberlaufe. Dabei erscheint bemerkenswerth, daß das Gefälle des Quellflusses keineswegs unbedeutend ist und zur Freihaltung einer einheitlichen Rinne sicherlich ausreichen würde, wenn nur eine solche geschaffen wäre. Das durchschnittliche Gefälle des ganzen Flußlaufs (0,197 ‰) hat gleiche Größe wie das der Netze vom Goplosee bis zur Mündung (0,196 ‰) nach ihrer Begradigung. Bevor die Netze begradigt war, besaß sie zwar ein geringeres Durchschnittsgefälle, wenigstens bei bordvollem Wasser, das sämmtlichen Krümmungen folgen mußte, — dennoch trifft der Vergleich zu, da die Abmessung der Länge an den zahlreichen verästelten Stellen des Narew sich auf die Mittellinie der Verästelungen bezieht, also ungefähr den Zustand eines regelmäßig ausgebauten Bettes bezeichnet.

Solche Verästelungen besitzt der Oberlauf fast überall, und zwar in derartigem Maße, daß die äußeren Arme oft 1 bis 2 km, oberhalb Tykocin sogar 2,5 km von einander abstehen; das Gewirre der einzelnen Rinnen erinnert an das Spreebruch. Indessen laufen diese Rinnen bei kleinen Wasserständen meistens trocken. Beispielsweise hatte bei Lapy (Kreuzung der St. Petersburg—Warschauer Eisenbahn) im Juni 1898 nur der rechtsseitige, 30 bis 40 m breite Arm fließendes Wasser; die übrigen Arme, auch in den beiden Fluthöffnungen der Brücke, waren ganz verwachsen und nur hier oder da mit Lachen angefüllt. Von Tykocin ab hat das Flußbett öfters mehr einheitliche Gestalt, legt sich an diesen einheitlich ausgebildeten Stellen aber sofort in scharfe kurze Schleifen, neben denen man viele Spuren der Verlegung und Verschiebung in unverlandeten Schlenken wahrnimmt. Beim Uebergange aus dem breiten Bjebrza-Narew-Bruche in das Lomzaer Engthal zweigt von dem längs des linken Hochufers fließenden Hauptarme auf 8 km Luftlinie ein Nebenarm (Narwica) ab, der am rechtsseitigen Hochufer entlang zieht und bei Lomza zurückmündet; zur Zeit des Hochwassers steht die Thalsohle auf ganze Breite unter Wasser. Von der Szkwa- bis zur Omulewmündung nehmen die Verästelungen wieder bis zu 2,5 km Breite in Anspruch. In den unteren Strecken kommen sie seltener vor, z. B. oberhalb Rozan und zu beiden Seiten des Pulwybruchs; im Allgemeinen hat der Narew hier, wo das Gefälle und die Wassermenge größer geworden sind, einen schlankeren Lauf und flachere Krümmungen, die jedoch zuweilen mit rückläufigen scharfen Schleifen abwechseln. Allenthalben beweisen die Stoßkurven in den Thalwänden und die vertorften Schlenken, daß der jetzige Zustand des Flußbettes erst nach vielen Verlegungen herbeigeführt worden ist. In der letzten Strecke nach Ver-

einigung mit dem Bug treten mehrfach Inselbildungen in dem für die gewöhnliche Wasserführung zu breiten Bette auf.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Flußbetts.

Beim Oberlaufe erweitert sich das Flußbett an den wenigen Stellen, wo es nicht verästelt und durch sumpfige, mit Schilf bewachsene Inseln in Rinnen zerfasert ist, mehrfach seeartig; indessen soll der in den Karten angegebene See oberhalb Tykocin jetzt nicht mehr vorhanden, sondern mit Schilf verwachsen sein. Auch weiter abwärts bis zur Pisamündung bei Nowogrud sind die Ufer sumpfig und so flach, daß die Breite des Wasserspiegels in weiten Grenzen schwankt; für Niedrigwasser wird sie auf 160 bis 170 m angegeben. Die Pisa führt, ähnlich wie die Küddow bei der Netze, sehr viel Sand in das Flußbett. Die Sandzuführung wird weiter unterhalb noch vermehrt durch die aus der Sandebene kommenden Nebenflüsse Szkwa, Rozoga und Omulew, sowie durch die Abbrüche der sandigen Ufer. Während in den oberen Strecken die Tiefe hauptsächlich durch den üppigen Wuchs der Wasserpflanzen vermindert wird, kommen von Nowogrud abwärts vornehmlich diese Versandungen in Betracht, welche bei den im Frühjahre und zuweilen auch im Herbste eintretenden Ueberschwemmungen ihre Lage ändern und die Fahrrinne derart verschütten, daß bei Kleinwasser die Berlinken manchmal Pultusk nicht mehr erreichen können und weiter flußaufwärts zuweilen sogar die Flößerei stockt. In den unteren Strecken liegen die sandigen Ufer häufig 1 bis 2 m über dem mittleren Wasserstande und besäumen ein 160 bis 250 m breites Bett. Von der Bugmündung ab beträgt die Breite zwischen den Bruchufern selten unter 200 m, meistens bedeutend mehr, an den durch hohe Mittelsände und Inseln erweiterten Stellen 5- bis 600 m.

Die Abflußmenge des Narew reicht gewöhnlich nicht aus, um das übermäßig breite Bett zur Sommerzeit genügend zu füllen. Im Laufe des Dezember friert er zu und erhält eine zuweilen anhaltend kräftige Eisdecke, die meistens im Laufe des März endgültig verschwindet. Dann treten auf kurze Dauer hohe, um 3 bis 4 m, unterhalb der Bugmündung bei Zegrze sogar bis zu 5 m über das sommerliche Mittelwasser anschwellende Wasserstände ein, welche nach dem Abgange des Eises einige Zeit hindurch den Schiffsverkehr ermöglichen, besonders in den vom Pissek nachhaltiger gespeisten unteren Flußstrecken. Trotz der großen Sandführung bringt der Narew keine bedeutenden Massen von Wandersänden in den Hauptstrom, da sie bereits oberhalb abgelagert werden. Seine Schlickführung ist überall gering. An der Einmündung in die Weichsel hebt sich das klare Wasser des Narew auf lange Strecke deutlich vom trüben schlickreichen Wasser des Hauptstromes ab.

3. Form und Bodenzustände des Flußthals.

Am Quellfluß ist kein deutlich ausgeprägtes Thal vorhanden, statt seiner nur eine flache Rinne von wechselnder Breite, deren Begrenzung die inselförmig aus dem Sumpflande auftauchenden, meist bewaldeten, theilweise zur Ackerwirthschaft benutzten Sandschollen bilden. Schon oberhalb der Narewkamündung be-

ginnen diese sandigen Anhöhen sich zu einer Art von Thalwand an einander zu reihen, lassen aber vielfach noch große Lücken offen, durch welche die 1,5 bis 2 km breite Flußniederung mit seitlichen Bruchflächen in Verbindung steht. Am meisten nähern sich die sehr flach geböschten Anhöhen bei Strabla, wo die Eisenbahnlinie Brest—Prostken das 0,7 km breite Thal des hier seeartig erweiterten Narew kreuzt. Von Suraz bis zum Ostrande des Bjebrza-Narew-Bruches bildet das in einigen großen Krümmungen verlaufende Flußthal eine stetige Folge von kesselartig geformten oder langgestreckten Erweiterungen und kurzen Thalengen; erstere sind 2 bis 5 km, letztere etwa 1 km breit. Die Thalwände erheben sich allmählich auf 15 bis 20 m über die Niederung, die in der Nähe des Flußlaufs ein Schilf- und Rohrdickicht bildet und bloß in regenarmen Jahren so weit abtrocknet, daß sie von Weidevieh betreten werden kann. Zwischen den Dörfern Zajki und Las-Toczylowo durchschneidet das hier nur 400 m breite Thal den Ostrand des großen Bruches; ein Seitenarm des Thales mündet nordwärts in den Laskisumpf.

Das große Bruch ist an der Stelle, wo es von dem zum Westrande fließenden Narew durchquert wird, 10 km breit, aber mit hohen Düneninseln und hoch versandeten Moorflächen angefüllt, so daß neben der um 40 m steil abfallenden Thalwand bei Wizna die vom Hochwasser durchströmte Niederung nur etwa 1,5 bis 2 km Breite besitzt; links davon liegt das Wiznaer Hochmoor. Die beiden scharf markirten Thalwände nähern sich nun einander, bis zur Gacmündung auf 5 km. Bei Pnjewo beginnt die nordwestlich gerichtete, 1,3 bis 2 km breite Lomzaer Thalenge zwischen 50 m hohen lehmigen Steilhängen. Unterhalb Lomza werden diese flacher, niedriger und treten auf 5 bis 6 km aus einander. Bei Nowogrud liegt der Narew dicht am 28 m hohen linksseitigen stark geböschten Gehänge, während rechts das Thal unmerklich in die Sand- und Sumpfebene übergeht. Bis dahin wird das Bruch bei Hochwasser meist in voller Breite überschwemmt und besteht aus nassem Torfmoor, das an den niedrigsten Stellen mit kümmerlichem Erlen- und Birkengestrüpp bewachsen ist und auf den höheren Lagen zu Wiesen dient, von denen das Heu bei der Ernte lastenweise abgetragen werden muß, da Fuhrwerke und Vieh in den weichen Boden einsinken würden.

Unterhalb Nowogrud zeigt die Niederung sandige Beschaffenheit und liegt stellenweise hoch genug, um zur Ackerwirthschaft benutzt und bewohnt werden zu können; größere Flächen sind mit Niederwald, die tieferen Stellen mit Wiesen bedeckt. Die linksseitige Begrenzung des 4 bis 5 km breiten Thales bildet bis unterhalb Ostrolenka ein sandiger, vielfach um 10 bis 15 m steil abfallender Höhenrand, hinter dem sich ein mit Sümpfen durchzogenes Waldland ausbreitet. Zur Rechten wechseln mit den gegen das Narewthal weit geöffneten Torfmoorniederungen der masurischen Nebenflüsse die dazwischen gelegenen sandigen Bodenschwellen ab. Jenseits der Omulewniederung gehen diese Sandhöhen in einen zusammenhängenden, aber unregelmäßig gestalteten Höhenrand über, dessen Kuppen 20 bis 25 m über der Thalsohle liegen. Die Sohlenbreite des Flußthals vermindert sich allmählich, beträgt aber doch bis zur Mündung des rechtsseitigen Ruzbaches mehr als 1,7 km.

Unterhalb der Ruzbachmündung wird die geschlossene Linie der rechtsseitigen Thalwand bis zur Einmündung in die Weichsel nur noch durch die tief in den Geschiebelehm eingeschnittenen, engen Seitenthäler der Nebenflüsse unterbrochen. Bei Rozan liegt die Hochfläche 30 m über dem hart an ihrem Steilhange fließenden Narew. Von Brzuze bis Chmjelewo dehnt sich zwischen dem Flusse und der rechtsseitigen Thalwand ein 5 bis 6 km breites, großentheils bewaldetes, sandiges Vorland aus. Von Chmjelewo bis Nowo-Georgijewsk hält sich der Narew dicht an dem oft mit Schluchten und Wasserrissen zerklüfteten, überall steil abfallenden Rande des Vorlandes des Preußischen Landrückens, dessen Höhenlage über dem Flußspiegel 25 bis 30, bei Serock an der Bugmündung sogar über 50 m beträgt. Nur oberhalb Nowo-Georgijewsk hat sich an der Wkramündung eine 2 km breite Sumpfniederung am Fuße des Hochufers abgelagert und den Narew bogenförmig nach Süden gedrängt. — Die linksseitige, sandige Thalwand ist niedriger und meist flach geböscht. Scharf markirt kommt sie erst von der Orzbachmündung ab zum Vorschein in dem großen, das 7 bis 8 km breite Pulwybruch umschließenden Bogen; hier erhebt sie sich auf längere Strecke 20 m hoch schroff über den südlichen, noch versumpften Theil des nach dem Narew hin dicht besiedelten Bruchlandes. Von der Kniebiegung des Narew bei Gnojno bis Drwaly bildet sie ein flaches sandiges Gehänge, von da bis zum Bug bei Popowo wiederum einen deutlichen Steilrand über dem 20 m tiefer liegenden sandigen Vorlande, das gegen die Bruchniederung des Narew allmählich abgedacht ist.

Die Thalbreite beträgt von Rozan bis zur Bugmündung gewöhnlich 5 bis 6, am Pulwybruche bis zu 15 km, da hier der Narew auf beiden Seiten von ausgedehnten Niederungen begrenzt ist. Jenseits der Bugmündung läßt sich zur Linken keine Begrenzung des Thales wahrnehmen; der Uebergang in die sandige Ebene und in das Weichselthal findet unmerklich statt. Die Thalsohle ist in diesen unteren Strecken zumeist hochwasserfrei und besteht gewöhnlich aus reinem, mit Wald bedecktem, seltener aus humosem, mit Schlick gemengtem und zur Ackerkultur benutztem Sandboden. Große Wiesenflächen, vielfach versumpft, liegen nur innerhalb des 1 bis 2 km breiten Streifens der Niederung neben dem Flußbette, dessen Höhenlage so gering ist, daß die um 3 bis 5 m über den gewöhnlichen Wasserstand anschwellenden Hochfluthen die Wiesen oft unter Wasser setzen. Wenn die Weichsel Hochwasser führt, während der Narew keine größere Anschwellung besitzt, was in den Sommermonaten öfters vorkommt, so kann sich ihr Rückstau bis unterhalb Zegrze bemerklich machen.

II. Abflußvorgang im Narew und Bug.

1. Vorbemerkung.

Für die Betrachtung des Abflußvorgangs des Narew, welche wir mit den entsprechenden Angaben über den Bug und die übrigen Nebenflüsse des Narewgebiets vereinigen, stehen nur wenige brauchbare Unterlagen zur Verfügung. Am

vollständigsten sind sie für die durch den Pissek einerseits, durch die Angerapp andererseits entwässernden großen Seen Masurens. Hier liegen langjährige Wasserstandsbeobachtungen an den preußischen Pegeln bei Angerburg, Lötzen, Nikolaiken und Johannisburg vor, welche im Bd. IV, 2. Abth. 10. Kap. näher behandelt sind. Für die vorliegende Betrachtung lassen sich zwar einige Angaben daraus verwerthen; hauptsächlich stützt sie sich jedoch auf die russische amtliche Veröffentlichung über die Wasserstände der Flüsse und Seen des europäischen Rußlands (St. Petersburg 1881) und die russische amtliche Statistik über die Eisverhältnisse der Wasserstraßen in den Jahren 1881/94. Beide Quellen sind bereits bei der Behandlung des Abflußvorganges des Njemen benutzt worden; bezüglich der Zuverlässigkeit der Beobachtungen vergleiche man die Bemerkungen im Bd. II auf S. 101 und 113. Zur Ergänzung der Angaben über den Bug standen außerdem noch die Pegelbeobachtungen an den österreichischen Pegelstellen Ruda und Sokal für den Zeitraum 1889/95 zur Verfügung, bei Betrachtung der Hochwasser- und Eisverhältnisse auch die Beobachtungen an den österreichischen Pegelstellen Sassuw (oberhalb der Peltewmündung) und Busk (an der Mündung des Peltew).

Die erstgenannte Veröffentlichung enthält nähere Angaben über die Wasserstände an den Hauptpegeln zu Goniondz (Bjebrza) vom 1. Oktober 1877 bis Ende 1880, Piontnica und Zegrze (Narew) vom 1. August 1876 und Malkin (Bug) vom 15. Oktober 1877 bis zum Ende 1880, auf den Julianischen Kalender bezogen. Für die folgenden Jahre 1881/94 ließen sich nur die mittleren Monatswerthe beschaffen, außerdem aus der Wasserstraßen-Statistik die Angaben über den Beginn und das Ende des Eisstandes und Eisgangs. Letztere beziehen sich nicht nur auf die genannten Hauptpegel, von denen derjenige bei Malkin am 1. Juli 1887 nach der Brücke der Warschau — St. Petersburger Eisenbahn verlegt worden ist, sondern auch auf folgende Nebenpegel: Serwysee (Speisebecken des Augustowskikanals), Osowjec (Bjebrza an der Brücke der Eisenbahnlinie Prostken — Brest-Litowsk), Ostrolenka (Narew), Pultusk (Narew), Nowy-Dwur und seit 1888 Zakroczym (Weichsel an der Narewmündung), Brest-Litowsk (Muchawjec an der Brücke der Eisenbahnlinie Brest—Kowel), Brest-Litowsk (Bug am Nadelwehr), Granne (Bug), Popowo (Bug). Da der Hauptpegel Piontnica am Narew gegenüber Lomza liegt, sind die Beobachtungstellen Serwysee, Goniondz, Osowjec, Piontnica, Ostrolenka, Pultusk, Zegrze, Zakroczym in dem von der Bjebrza und dem Narew durchflossenen diluvialen Hauptthale gut vertheilt. Für den unteren Bug vom Brester Thalbecken ab bilden die Beobachtungstellen Brest-Litowsk am Muchawjec (kurz als Brest M. bezeichnet), Brest-Litowsk am Bug (kurz als Brest B. bezeichnet), Granne, Malkin, Popowo ebenfalls eine genügende Reihe. Zum Vergleiche werden noch die Beobachtungen bei Warschau oberhalb, sowie bei Plock und Wloclawek unterhalb der Einmündung des Narew in den Weichselstrom herangezogen.

2. Wasserstandsbewegung.

Die Wasserstandsbewegung im Kreislaufe des Jahres läßt sich nur für das Mittelwasser der einzelnen Monate (nach dem russischen Kalender, also gegen

den unsrigen um 12 Tage verspätet) darstellen, weil für das mittlere Niedrig- und Hochwasser bei zwei Hauptpegeln bloß drei, bei den andern beiden vier volle Jahresbeobachtungen verfügbar sind. Nachfolgende Tabelle enthält die Werthe des monatlichen Mittelwassers an den Pegeln Goniondz und Malkin für die 17-jährige Beobachtungsreihe 1878/94, an den Pegeln Piontnica und Zegrze für die 18-jährige Reihe 1877/94, ferner zum Vergleiche hiermit für die 25-jährige Reihe 1871/95 am preußischen Pissek-Pegel bei Johannisburg, sowie für die kurze Reihe 1889/95 an den österreichischen Pegeln Ruda und Sokal (bei den letztgenannten drei Pegeln nach dem Gregorianischen Kalender). Unter dem Strich sind die Halbjahr- und Jahres-Mittelwasserstände für die gleichen Zeiträume mitgetheilt.

Monat	Goniondz	Piontnica	Zegrze	Malkin	Johannisburg	Ruda	Sokal
	m	m	m	m	m	m	m
November . .	0,82	1,30	1,02	0,84	0,02	1,66	1,95
Dezember . .	0,98	1,51	1,30	1,14	0,06	1,62	1,93
Januar . . .	0,91	1,41	1,41	1,08	0,10	1,51	2,08
Februar . . .	1,10	1,67	1,55	1,28	0,10	1,66	2,33
März	**1,45**	**2,38**	**2,44**	**2,01**	0,15	**2,15**	**2,87**
April	1,25	2,23	1,89	1,52	**0,27**	2,11	2,69
Mai	0,64	1,37	1,06	0,88	0,23	1,74	1,78
Juni	0,32	0,91	0,79	0,65	0,15	1,86	1,99
Juli	0,24	0,74	0,66	0,51	0,11	1,92	2,12
August . . .	0,31	0,80	0,64	0,51	0,11	1,77	1,96
September . .	0,35	0,79	0,58	0,43	0,06	1,50	1,76
Oktober . . .	0,61	1,08	0,80	0,62	0,01	1,47	1,83
Winter . . .	1,08	1,75	1,60	1,31	0,12	1,78	2,31
Sommer . . .	0,41	0,95	0,75	0,60	0,11	1,71	1,91
Jahr	0,75	1,35	1,18	0,96	0,11	1,75	2,11

Auch wenn man berücksichtigt, daß die Monate bei den russischen Pegeln um 12 Tage in die den Wasserstandsangaben der drei letzten Spalten zu Grunde liegenden Monate übergreifen, zeigt der Johannisburger Pegel doch ein erheblich späteres Eintreten des Größtwerthes im Frühjahr und des Kleinstwerthes im Herbste. Die bei der Schneeschmelze rasch zusammenfließenden Wassermassen können aus den großen Seen Masurens nicht ebenso rasch wieder abfließen, bewirken also eine Steigerung der Wasserstände, die im Pissek bei Johannisburg voll zur Geltung kommt und bis in den August anhält. Daß während der Sommermonate durch Verdunstung und Abfluß mehr Wasser verloren geht, als durch Regen und Zufluß hinzukommt, zeigt sich am deutlichsten durch die niedrige Spiegelhöhe im Herbst. Erst in den Wintermonaten füllen sich bei vorzeitigen Erwärmungen die Seebecken allmählich von Neuem, namentlich aber bei der endgültigen Schneeschmelze vom März zum April. Die Eisbedeckung kann bei Johannisburg keine Anhebung der winterlichen Wasserstände bedingen, weil der Pissek dort fast nie zufriert.

Die russischen Pegel zeigen übereinstimmend den Größtwerth des monatlichen Mittelwassers im (russischen) März, zum April eine langsame, zum Mai

und Juni aber eine rasche Abnahme, so daß in der Bjebrza und im mittleren Narew der Kleinstwerth bereits im Juli erreicht wird. Durch den Hinzutritt des Pissek, der in diesem Monat noch mittelhohen Wasserstand besitzt, sowie durch die längere Zeit in den Sommer hinein vorhaltende Speisung aus dem Polesje verschieben sich im unteren Narew und Bug die Kleinstwerthe auf den September. In gleichem Sinne, wenn auch weit schwächer, wirken auf den unteren Bug und die Mündungstrecke des Narew die zuweilen während der Sommermonate eintretenden Anschwellungen des oberen Bug ein. Uebrigens sind die Mittelwasser-Unterschiede in den Monaten Juni/September an allen russischen Pegeln nicht groß und wechseln je nach den zur Mittelbildung gewählten Jahren. Der August zeigt eine, freilich nur schwach ausgeprägte Anhebung. Umgekehrt macht sich im Januar ein vorübergehender Rückgang bei dem im Oktober beginnenden Anwachsen der Wasserstände bemerklich, weshalb die Unterschiede zwischen den Monatsmitteln des Januar und März durchschnittlich mehr als halb so groß sind wie der Gesammtunterschied zwischen dem größten und kleinsten Monatsmittel.

Um das verschiedenartige Verhalten der vier Pegelstellen leichter übersehen zu können, als dies nach den Wasserstandszahlen möglich ist, legen wir diesen Gesammtunterschied als prozentische Skala zu Grunde, so daß das kleinste Monatsmittel den Nullpunkt bildet und das größte Monatsmittel 100% bedeutet. Letzteres giebt zugleich die Lage des durchschnittlichen Wasserstandes im März an, ersteres die Lage im Juli (bei Goniondz und Piontnica) oder September (bei den anderen Pegelstellen). Der Gesammtunterschied ist am kleinsten (1,21 m) bei Goniondz, bedeutend größer bei Piontnica (1,64 m), am größten bei Zegrze (1,86 m); bei Malkin nähert er sich (1,58 m) dem Werthe für Piontnica. Des Vergleichs wegen sei bemerkt, daß für die entsprechenden Beobachtungsreihen an den russischen Pegelstellen des Memelstromgebiets (vergl. Bd. II, S. 103) die Gesammtunterschiede zwischen den Monatsmitteln des März und September im Ganzen etwas geringer sind; sie betragen bei Stolpcy 0,91 m, bei Grodno 1,55 m, bei Kowno 1,77 m und bei Slonim sogar nur 0,78 m. Da auch der Unterschied zwischen den größten und kleinsten Monatsmitteln einer jeden Jahreshälfte beachtenswerth erscheint, haben wir nicht nur für die Halbjahr- und Jahresmittel, sondern auch für die Monatsmittel des November (Kleinstwerth im Winterhalbjahr) und Mai (Größtwerth im Sommerhalbjahr) die Lage nach der prozentischen Skala berechnet. Dies geschieht in folgender Weise: Von der in Frage befindlichen Zahl (z. B. vom Jahres-MW bei Goniondz = 0,75 m) wird das kleinste Monatsmittel (0,24 m) abgezogen und der Rest (0,75 — 0,24 = 0,51 m) in Prozenten des oben bezeichneten Gesammtunterschieds ausgedrückt (0,51 : 1,21 = 42%).

Wie man bei flüchtigem Blicke sieht, zeigen die beiden Pegel Zegrze (am unteren Narew) und Malkin (am Bug) ein überraschend gleichartiges Verhalten. Goniondz (Bjebrza) weicht davon am meisten ab, und Piontnica (mittlerer Narew) hält die Mitte zwischen ihm und den anderen Pegeln. Der natürlich stets über und unter dem Jahres-MW gleichmäßig vertheilte Unterschied zwischen dem Winter- und Sommer-MW beträgt bei Zegrze und Malkin 45 bis 46%, da-

Mittelwerthe 1877 (78)/94	Goniondz %	Piontnica %	Zegrze %	Malkin %
Größtes Monatsmittel	100	100	100	100
MW des Winterhalbjahrs	70	62	55	56
Kleinstwerth des Winterhalbjahrs .	48	34	24	26
MW des Jahres	42	37	32	33
Größtwerth des Sommerhalbjahrs .	33	38	26	28
MW des Sommerhalbjahrs . . .	14	13	9	11
Kleinstes Monatsmittel	0	0	0	0

gegen bei Goniondz 56 und bei Piontnica 49 %. Die Unterschiede im Winterhalbjahr betragen bei Zegrze und Malkin 74 bis 76 cm, dagegen bei Goniondz nur 52 und bei Piontnica 66 %, diejenigen im Sommerhalbjahr bei Zegrze und Malkin 26 bis 28 %, bei Goniondz 33 und bei Piontnica 38 %. Der untere Narew und Bug haben also im Sommer gleichmäßigere Wasserstände als der mittlere Narew (oberhalb der Pissekmündung) und die Bjebrza. Umgekehrt ist das Verhältniß im Winterhalbjahr, und wenn man beachtet, daß dies hauptsächlich durch den Unterschied zwischen seinem MW und dem Monatsmittel des März bedingt wird, so tritt der März als Hochwassermonat bei Zegrze und Malkin viel stärker hervor als bei Piontnica oder gar bei Goniondz. Die winterlichen Niederschläge kommen also in der Bjebrza und im mittleren Narew mehr als im unteren Narew und Bug schon während der eigentlichen Wintermonate durch vorzeitige Schneeschmelze zum Abfluß.

Daß hierbei die Aufspeicherung des Schneeschmelzwassers in den großen Seen Masurens und im Polesje eine bedeutende Rolle spielt, ergiebt sich aus einem Blick auf die Wasserstandsbewegung an den österreichischen Pegeln des oberen Bug. Bei ihnen hat das Mittelwasser im Mai bereits eine sehr tiefe Lage (bei Sokal nur 2 cm über dem kleinsten Monatsmittelwerth), während der Februar an dieser Pegelstelle eine hohe Zahl aufweist. Das mittlere Hochwasser übertrifft im März bei Sokal den Jahresdurchschnitt sehr bedeutend, auch im April um ein großes und im Februar um ein kleineres Maß. Von den übrigen Monaten kommt der Juli dem Durchschnitt am nächsten. Offenbar wirkt die Undurchlässigkeit der höheren Lagen des oberen Buggebiets darauf hin, daß die Quellenspeisung im Frühling gering ist, und daß im Sommer wie am Ende des Winters die Niederschläge rasch abfließen. Juni und Juli, einigermaßen auch noch der August, also die Haupt-Regenmonate, zeigen eine ausgesprochene Anhebung aller Wasserstände gegenüber dem Mai und September. Der obere Bug hat also einen ziemlich lebhaften Abflußvorgang und kann den unteren Flußstrecken die bei ihnen wahrnehmbare nachhaltigere Speisung nicht zuführen.

Wenn nun der März bei Zegrze und Malkin in größerem Maße als bei Piontnica und Goniondz die winterlichen Niederschläge abfließen läßt, so muß offenbar der auf kürzere Zeit zusammengedrängte Abfluß bei Zegrze höhere Anschwellungen als bei Piontnica, bei Malkin höhere als bei Goniondz verursachen, ganz entsprechend der Größe des Gesammtunterschieds zwischen den Monatsmitteln des Hochwassermonats März und des wasserärmsten Sommer-

monats. Die Querschnittsverhältnisse kommen hierbei lange nicht in solchem Maße in Betracht wie am Njemen, weil bei allen vier genannten Pegelstellen die Ueberschwemmungen sich mehr oder weniger frei ausbreiten können. Für Zegrze und Piontnica benutzen wir zum Vergleich die 4-jährige Beobachtungsreihe 1877/80, wogegen für Malkin und Goniondz nur die 3-jährige Zeitspanne 1878/80 verfügbar ist. Innerhalb dieser Jahre sind die höchsten Wasserstände (HHW) bei Goniondz am 1. März 1878, bei Malkin am 7./8. März 1880, bei Piontnica am 20./21. März 1877 und bei Zegrze am 19. März 1877 eingetreten, die niedrigsten Wasserstände (NNW) bei Goniondz, Malkin und Piontnica in der ersten Hälfte des Augusts 1878, bei Zegrze im September 1879.

	Pegelstelle	NNW m	MNW m	MW m	MHW m	HHW m	MW-MNW m	MHW-MW m	MHW-MNW m	HHW-NNW m
1878/80	Goniondz	— 0,23	— 0,18	0,65	1,85	1,96	0,83	1,20	2,03	2,19
	Malkin	— 0,43	— 0,22	0,59	2,72	2,86	0,81	2,13	2,94	3,29
1877/80	Piontnica	0,26	0,44	1,42	3,59	4,29	0,98	2,17	3,15	4,03
	Zegrze	0,39	0,41	1,26	4,00	5,50	0,85	2,74	3,59	5,11

Aus dieser Zusammenstellung geht in der That hervor, daß die Schwankungen (MHW—MNW) und (HHW—NNW) bei Malkin größer als bei Goniondz, bei Zegrze größer als bei Piontnica sind, und zwar weil das Hochwasser beträchtlich höher ansteigt, während das MNW (und bei Zegrze auch das NNW) näher am MW liegt. Falls bei Goniondz und Malkin schon im Jahre 1877 Beobachtungen angestellt worden wären, so würden die Zahlen der vorletzten Spalte sich vermuthlich um etwa 20 %, diejenigen der letzten Spalte um etwa 40 % erhöhen. Für eine längere Jahresreihe dürfte die Zunahme bei sämmtlichen Zahlen der beiden Spalten mindestens 10 % betragen. Man kann daher schätzungsweise annehmen, daß in einem nicht zu kurzen Zeitraume folgende mittleren und größten Schwankungen vorkommen werden:

Schwankungen	Goniondz	Piontnica	Zegrze	Malkin
MHW—MNW . . .	2,7 m	3,5 m	4,0 m	3,9 m
HHW—NNW . . .	3,4 m	4,4 m	5,6 m	5,1 m

Im oberen Bug hat im Zeitraume 1889/95 der höchste Wasserstand bei Ruda (4,04 m) am 30. und bei Sokal (7,00 m) am 31. März (nach russischem Kalender am 18. und 19. März) 1895 stattgefunden, der niedrigste (1,08 m) bei Ruda im Herbst 1895, bei Sokal (1,22 m) im Hochsommer 1889. Beide Pegelstellen haben wesentlich verschiedenartige Querschnittsverhältnisse, da bei Ruda das Hochwasser sich frei ausdehnen kann, bei Sokal aber eng zusammengehalten wird. Das MNW liegt bei Ruda um 0,60 m, bei Sokal um 0,73 m unter MW (1,75 m a. P. Ruda, 2,11 m a. P. Sokal), das MHW bei Ruda um 1,68 m, bei Sokal um 2,88 m über MW. Die mittlere Schwankung MHW—MNW betrug also bei Ruda 2,28 m, bei Sokal 3,61 m, die größte Schwankung HHW—NNW bei Ruda 2,96 m, bei Sokal 5,78 m. Bei der Pegelstelle Ruda, welche ähnliche Querschnittsverhältnisse wie Malkin besitzt, waren demnach die

Schwankungen am oberen Bug kleiner als am unteren, bei Sokal dagegen die mittlere Schwankung etwas geringer, die größte Schwankung etwas größer.

3. Uebersicht über den Abflußvorgang.

Fassen wir das Ergebniß der bisherigen Untersuchung kurz zusammen: In der Bjebrza bei Goniondz fließt das Schneeschmelzwasser zum großen Theile bereits während der Wintermonate ab, so daß die endgültigen Schmelzwasserfluthen nicht besonders hoch ansteigen, zumal das Hochwasser ein sehr ausgedehntes Ueberschwemmungsgebiet vorfindet. Das Ablaufen während des April geht langsam vor sich; dann hört aber bald die kräftige Speisung auf, und erst im Spätherbst treten wieder höhere Wasserstände ein, die vom November ab das Jahresmittel übertreffen. — Im mittleren Narew unterhalb der Bjebrzamündung ist der allgemeine Verlauf ähnlich; jedoch schwellen die Schmelzwasserfluthen höher an, vielleicht weil in dem vorwiegend sandig-sumpfigen Niederschlagsgebiete des oberen Narew ihr Abfluß bis zum endgültigen Einzuge des Frühlings verzögert wird, und weil das Hochwasser in der Thalenge von Lomza etwas aufgestaut wird. — Durch die Aufnahme des Pissek, dessen Hochwasser im russischen März abzufließen beginnt, erhält der untere Narew in den ersten Sommermonaten etwas reichlichere und nachhaltigere Speisung aus den großen Seen Masurens. Aehnlich wirken auch die ausgedehnten Sümpfe im Niederschlagsgebiete des Muchawjec und der anderen Zuflüsse des Beckens von Brest-Litowsk auf den unteren Bug ein. — Der obere Bug erhält sein Hochwasser, das am österreichischen Pegel Ruda mäßige, an der Stromenge bei Sokal aber große Anschwellungen aufweist, aus dem Quellgebiete sehr rasch, kann es aber wegen seines großen Ueberschwemmungsgebietes nur langsam abführen, so daß es nicht als selbstständige Fluthwelle am Pegel bei Malkin bemerkbar wird, wohl aber zur Steigerung des Scheitels der vom Muchawjec kommenden Fluthwelle beiträgt. — In der Mündungstrecke des Narew bei Zegrze bewirken die mit geringem Zeitunterschiede zusammentreffenden Hochfluthen des Narew und Bug die höchsten Anschwellungen, während andererseits das Niedrigwasser durch den nachhaltigeren Zufluß aus den Seen des Preußischen Landrückens und aus dem Polesje vor so tiefem Abfallen wie am oberen und mittleren Bug bewahrt wird.

Zur Erläuterung der vorstehenden Uebersicht, sowie als Grundlage für die unten folgende Betrachtung der Hochwasser- und Eisgangsverhältnisse sei kurz erinnert an die im Bd. I enthaltene Darstellung der klimatischen Bedingungen, welche für den Abflußvorgang im Narew- und Buggebiete maßgebend sind. Die Zeitangaben beziehen sich hierbei auf den Gregorianischen Kalender. Wie aus Bl. 8 der Kartenbeilagen zu ersehen ist, gehört der nördliche Theil des Buggebiets fast ganz der Zone mit 5/600 mm Niederschlagshöhe an, der südliche Theil den Zonen mit 6/700 und (am Rande des oberen Bugbeckens) mit 7/800 mm. Im Narewgebiete nimmt dagegen die Zone mit 4/500 mm eine beträchtliche Fläche zwischen Bialystok und der Mündung ein, während die 600 mm-Linie nur an den großen Seen und im nordöstlich von ihnen gelegenen Hügellande des Preußischen Masuren überschritten wird. Am größten ist die

Höhe und Häufigkeit der Niederschläge im Juli, dem der August zunächst steht. Namentlich in diesen Monaten treten zuweilen Regentage bis zu 100 mm, am 8. August 1890 bei Kurwien (Pissekgebiet) sogar 144 mm, Niederschlagshöhe ein; indessen kommen durchschnittlich nur an einem Tage im Jahr Niederschläge von mehr als 30 mm vor. Jeder zweite Tag bringt meßbare Niederschläge, von diesen Niederschlagstagen jeder dritte bis vierte solche in Schneeform. Der erste Schnee fällt im Oktober, der letzte im April, ausnahmsweise im Mai; jedoch beginnt die Schneedecke selten vor Mitte November und hört meistens vor Anfang April auf. Der Frost setzt in der Regel zuerst auf den höheren Theilen des Preußischen Landrückens ein (in Klaussen durchschnittlich am 17. November) und verschwindet auch dort wieder zuletzt (in Klaussen durchschnittlich am 26. März). Weiter nach Südwesten und Süden verschiebt sich der Anfang und das Ende des Frostwetters um zwei bis drei Wochen, so daß das untere Narewgebiet und das obere Buggebiet die kürzeste Dauer des Frostes aufweisen.

4. Hochwasserverhältnisse.

Aus der Uebersicht über den Abflußvorgang ergiebt sich, daß im Gebiete des Narew und Bug die sommerlichen Anschwellungen nur in kleinen Abschnitten des Gewässernetzes zu wirklichem Hochwasser anwachsen können, nicht aber in den Hauptflüssen selbst, mindestens nicht in ihren mittleren und unteren Strecken. Die Niederschlagshöhe des Narew- und Buggebiets ist gering, und die starken Niederschläge fallen in derjenigen Jahreszeit, welche ihre Aufzehrung gerade im Flachlande ungemein begünstigt. Dagegen sind alle Bedingungen gegeben für die Aufspeicherung der winterlichen, in Schneeform fallenden Niederschläge und für die Ausbildung hoher Schmelzwasserfluthen, die gewöhnlich mit Eisgang verbunden sind.

Um ein Bild über das Fortschreiten der Fluthwellen im Narew und Bug, sowie über ihre Weiterpflanzung nach der Unteren Weichsel zu gewinnen, lassen sich leider nur die Beobachtungen der Jahre 1877/80 an den Pegelstellen Goniondz, Piontnica, Zegrze, Malkin, Warschau und Plock mit einander vergleichen. Der Vergleich von Warschau und Plock zeigt, daß die oberhalb der Narewmündung im Hauptstrome auftretenden Fluthwellen stets in ähnlicher Form auch unterhalb wahrzunehmen sind, und daß dem Höchststande bei Warschau in der Regel ein bis zwei Tage später der Höchststand bei Plock folgt. Für die Sommerhochfluthen der Weichsel ist dies auch ohne Weiteres verständlich, da ihnen im Narew und Bug keine ähnlichen Erscheinungen entsprechen. Aller Wahrscheinlichkeit nach erfahren sie durch Rückstau in die Mündungstrecke des Narew eine Abschwächung, die je nach ihrer Höhe mehr oder weniger groß ausfallen dürfte.

Was die Schmelzwasserfluthen anbelangt, so scheint die aus dem Narew kommende Fluthwelle nur ausnahmsweise mit der Hauptwelle des Weichselstroms zusammenzutreffen, meist aber einige Tage später anzulangen, weshalb sie häufig bloß das Fallen des Hochwassers verlangsamt. Nicht selten setzt sie aber auch dem Rücken der Weichselfluthwelle einen besonderen, meist niedrigeren Scheitel auf.

Von Zegrze bis Plock braucht dieser Wellenscheitel ungefähr 1 bis 2 Tage, während die Fortpflanzungsdauer der Bjebrzawelle von Goniondz bis Piontnica $3^1/_2$ Tage, diejenige der Narewwelle von Piontnica bis Zegrze gleichfalls $3^1/_2$ Tage und diejenige der Bugwelle von Malkin bis Zegrze etwa 3 Tage beträgt. Bei Goniondz erfolgt der Eisaufbruch erst, wenn die Fluthwelle schon voll entwickelt ist, bei Piontnica und Malkin während ihres Anwachsens, so daß der Höchststand beim Eisgange oder bald nach demselben eintritt (ebenso am oberen Bug bei Sokal); bei Zegrze tritt er gewöhnlich einige Tage nach dem Abgange des Eises ein.

Wenn die Fluthwelle aus dem Narew im Weichselstrome eintrifft, ist dieser öfters schon über eine Woche eisfrei, weil die vorhergegangene Hauptstromwelle während ihrer Anschwellung die Eisdecke gebrochen und fortgetragen hat. Das bei Plock zuletzt voübertreibende Eis mag wohl ein Theil der vor dem Eintreffen des Wellenscheitels im unteren Narew und Bug gebrochenen Eisdecken sein. Beispielsweise hat im Februar 1878 der Eisgang bei Malkin im Bug am 12. stattgefunden und bei Plock in der Weichsel vom 10. bis 17. gedauert, während am 15. Februar eine Welle aus dem Hauptstrom und am 2. März die Welle aus dem Narew bei Plock einen Scheitel zeigte; das am 16. und 17. Februar dort vorübergetriebene Eis kann also wohl das am 12. bei Malkin entstandene Treibeis gewesen sein, vermehrt durch das Treibeis aus dem unteren Narew. An der preußischen Weichsel werden diese nachträglich anlangenden, mürben und schmutzigen Schollen aus dem Bug und Narew als „polnisches Eis“ bezeichnet. Dagegen erreicht das in den oberen Strecken dieser beiden Flüsse erzeugte Treibeis den Hauptstrom überhaupt nicht, sondern löst sich bereits vorher auf.

Zuweilen tritt die Hauptwelle der Weichsel erst ein, wenn ihre mit Eisgang verbundene Fluthwelle vollständig abgelaufen ist, z. B. 1878 bei Warschau am 30. März, bei Plock am 1. April, nachdem am 14. und 15. Februar die Eisgang-Fluthwelle der Weichsel und (bei Plock) am 2. März diejenige des Narew stattgefunden hatte. Ein solches eisfreies Hochwasser wird auch aus dem Bug und Narew verstärkt, in welchen Flüssen diese später entstehenden Wellen jedoch meist geringere Höhe erreichen. Dasselbe gilt von dem im Frühsommer und Winteranfang, also im russischen Mai und Dezember auftretenden kleineren Hochwasser.

Am geringsten sind die Anschwellungen während der Sommermonate, namentlich im August, welche an den Pegelstellen des Narewgebiets nur ein Anwachsen um 1 bis 2 m (und dies höchst selten) auf kurze Zeit bewirken. Im Gegensatze hierzu zeigt die Weichsel bei Warschau und Plock zuweilen sehr beträchtliche Sommerhochfluthen, überträgt also die Einwirkung der Gebirgsflüsse des Oberen Weichselgebiets bis in die Untere Weichsel, wogegen Narew und Bug vollständige Flachlandflüsse sind, deren Hochfluthen, abgesehen von dem oben genannten schwacheren Hochwasser im Mai und Dezember, ausschließlich durch das Abschmelzen des Schnees bedingt werden. Wie bereits gesagt, kann freilich in kleineren Abschnitten des Gewässernetzes auch eine sommerliche Anschwellung zum Hochwasser anwachsen, namentlich im Quellgebiete des Bug; dort haben z. B.

im Juli 1891, im Juni/August 1893, im Juni und Oktober 1894 Sommerhochwasser stattgefunden, deren Höchstständé theilweise die des Frühjahrshochwassers übertroffen haben. Ihre sehr spitzen Fluthwellen verflachen sich indessen rasch im breiten Ueberschwemmungsgebiete des mittleren Bug und bewirken im unteren Flußlaufe nur eine geringe Zunahme der Wasserstände.

5. Eisverhältnisse.

Wenden wir uns nun zur näheren Betrachtung der für das Narew- und Buggebiet besonders wichtigen Eisverhältnisse, so entsteht vor Allem die Frage, wann die Eisbildung zu beginnen und wann der letzte Eisgang zu endigen pflegt. Während der Jahre 1881/94 ist erfolgt an der

Beobachtungstelle	Brest-Litowsk (mittlerer Bug)	Piontnica (mittlerer Narew)	Zegrze (unterer Narew)
	in der Zeit vom	in der Zeit vom	in der Zeit vom
die erste Grundeisbildung .	21. Okt. bis 23. Novbr.	21. Okt. bis 24. Novbr.	26. Okt. bis 2. Dezbr.
der Eisstand	23. Okt. „ 24. Dzbr.	15. Novbr. „ 5. Jan.	15. Novbr. „ 31. Jan.
der Eisaufbruch	25. Jan. „ 26. März	1. Febr. „ 22. März	29. Jan. „ 22. März
das Ende des Eisganges . .	20. Febr. „ 29. März	21. Febr. „ 31. März	14. Febr. „ 25. März

Im Winter 1883/84 hat sich bei Piontnica und Zegrze überhaupt keine feste Eisdecke gebildet, ebenso wenig an den übrigen Beobachtungstellen mit Ausnahme von Brest-Litowsk, Goniondz und Osowjec. Im Winter 1881/82 kam das Eis bei Granne, Malkin, Popowo, Ostrolenka und Pultusk, im Winter 1886/87 bei Popowo nicht zum Stehen. Die Zahl der Tage zwischen dem letzten Eisgang und dem ersten Grundeistreiben des folgenden Winters beträgt im Durchschnitt der Jahre 1881/94 bei Brest-Litowsk 240, Piontnica 242 und Zegrze 251. Je weiter nach Osten die Beobachtungstellen liegen, um so schärfer kommt die Einwirkung des Frostes zur Geltung. Am oberen Bug scheint sich die Eisdecke gewöhnlich etwas später als bei Brest auszubilden und einige Tage früher aufzubrechen. Die Zahl der Tage mit eisfreiem Strome ist natürlich größer als die oben bezeichneten Zahlen, da bei vorzeitigem Thauwetter während des Winters die Eisdecke gelöst wird und bis zur Neubildung manchmal längere Zeit verstreicht. In milden Wintern wechseln daher Grundeistreiben, Eisstand und Eisgang mehrfach mit einander. Häufig findet, bevor der endgültige Eisstand beginnt, ein vorübergehender statt, der nur einige Tage dauert. In strengen Wintern hält dieser endgültige Eisstand zuweilen drei bis vier Monate ohne Unterbrechung an.

Wir gehen nun über zur näheren Darstellung der Vorgänge beim Lösen und Abtreiben der Eisdecke. Nach den österreichischen Beobachtungen an den Pegelstellen Ruda und Sokal, sowie an den beiden noch weiter oberhalb gelegenen Pegelstellen Sassuw und Busk hat in den Jahren 1889/94 der Eisaufbruch durchschnittlich etwa fünf Tage früher als bei Brest-Litowsk stattgefunden; der Eisgang dauerte meist nur ein bis zwei Tage und war durchschnittlich sechs Tage

früher beendigt als bei Brest. An den russischen Beobachtungstellen vollzog sich der Eisaufbruch um so früher, je mehr dieselben stromabwärts liegen: während der Jahre 1881/94 durchschnittlich an der Narewmündung um fünf bis sechs Tage früher als im unteren Bug (also annähernd gleichzeitig mit der Lösung des Eises im oberen Bug), um sechs bis sieben Tage früher als im mittleren Narew, um sieben bis acht Tage früher als in der Bjebrza, um vier bis sechs Wochen früher als im Serwysee. Dieser dem Hügellande des Preußischen Landrückens angehörige See behält die Eisdecke ungefähr ebenso lange wie der Wygonowskisee im oberen Memelstromgebiete (vergl. Bd. II S. 111/12) und etwas länger als die großen Seen im preußischen Masuren, d. h. ziemlich lange Zeit nach dem Abschmelzen des Schnees. Folgende Zusammenstellung zeigt, wann nach den russischen Angaben in den Jahren 1889/94 die Auflösung der Eisdecke im Serwysee erfolgt ist, verglichen mit den preußischen Angaben über das Aufhören des Eisstandes bei Nikolaiken im Spirdingsee (auf den russischen Kalender bezogen). Danach hat also der Eisstand im Spirdingsee

Ende des Eisstandes	1889	1890	1891	1892	1893	1894
im Serwysee . .	11. April	16. März	8. April	26. März	29. März	19. März
im Spirdingsee. .	13. April	13. März	5. April	19. März	21. März	9. März

durchschnittlich fünf Tage früher aufgehört als in dem nur 11 m höher, aber bedeutend weiter östlich gelegenen Serwysee, jedoch etwa fünf Wochen später als an der Narewmündung. Das Eis zehrt sich in den Seen allmählich durch die um diese Zeit schon weit vorgeschrittene Erwärmung der Luft und des Wassers auf, ohne daß ein eigentlicher Eisgang entsteht. Bei Johannisburg hat z. B. im ganzen Zeitraum 1871/95 nur 1889 am 2. April und 1890 am 18./19. Februar (auf den russischen Kalender bezogen) Eisgang im Pissek stattgefunden, der aber nicht aus dem Spirdingsee durch den Jeglinner Kanal kam, sondern die früher gelöste Eisdecke des Roschsees abführte.

Der große Zeitunterschied zwischen der Beendigung des Eisstandes in den Seen des Quellgebietes und in den fließenden Gewässern vermindert sich aber beträchtlich in solchen Jahren, bei denen auf langdauernden Spätfrost plötzlich auftretendes Thauwetter folgt. Beispielsweise fand der Eisaufbruch 1886 an der Narewmündung am 18. und bei Nikolaiken am 30. März statt In anderen Jahren kommt in den fließenden Gewässern bei den Kälterückfällen das Eis manchmal wieder zum Stehen, so daß von dem Beginne der Eisbewegung bis zum Ende des letzten Eisgangs mehrere Wochen verstreichen. Wenn jedoch kein Kälterückfall dazwischen kommt, sondern der Eisgang von derselben Fluthwelle, die den Eisaufbruch bewirkte, auch weiter geführt wird, so verstreichen vom Anfang bis zum Ende an jeder einzelnen Pegelstelle durchschnittlich nur vier bis fünf Tage, in den oberen Flußstrecken öfters bloß ein bis drei Tage, in der letzten Narewstrecke und in der Weichsel etwa acht Tage. Die Mündungstrecke des Narew wird durchschnittlich ein bis zwei Tage früher eisfrei als der untere Bug und untere Narew, drei bis vier Tage früher als der

mittlere Narew und die Bjebrza. Zuweilen verspätet sich der Eisgang im oberen Narewgebiete um mehr als eine volle Woche; zuweilen endigt er aber auch schon eine Woche früher als im unteren Bug, dann also gleichzeitig mit dem Ende des Eisganges im Quellgebiete des Bug, das gewöhnlich früher als bei Brest-Litowsk stattfindet.

6. Beschreibung des Verlaufs einiger Eisgänge.

Während die verfügbaren Angaben leider nicht ausreichen, um ein genaues Bild über den Verlauf einiger wichtigen Hochfluthen zu geben, ermöglichen sie doch wenigstens die Beschreibung des Verlaufs einiger Eisgänge, woraus sich manche Rückschlüsse auf die damit verbundenen Hochfluthen gewinnen lassen. Wir erweitern die Betrachtung zugleich auf die Eisverhältnisse des vorangegangenen Winters und schildern zuerst die beiden auch beim Memel- und Pregelstromgebiet beschriebenen Winter 1887/88 und 1888/89, hierauf die beiden Winter 1886/87 und 1893/94, deren Eisverhältnisse mehr dem Durchschnitt entsprechen.

Am 3./5. November 1887 begann überall die Grundeisbildung, zuerst bei Brest M., Goniondz und Osowjec. Die gleich danach entstandene Eisdecke wurde bald wieder gelöst und die Flüsse blieben eisfrei, bis im Dezember abermals Frostwetter einsetzte. Das neue Grundeis kam am 11. Dezember bei Brest M. und Brest B. zum Stehen, am 12. bei Goniondz und Osowjec, am 15. (nach russischem Kalender) bei Busk im galizischen Nebenflusse Peltew, am 16. bei Piontnica, Ostrolenka und in den großen Seen Masurens, am 17. und 18. im unteren Narew und in der Weichsel, zuletzt (am 21./24. Dezember) bei Granne und Malkin im unteren Bug. Der Eisaufbruch erfolgte zuerst in der Weichsel (Zakroczym, Plock, Woclawek) am 3./4. März 1888, sodann im oberen Bug bei Sokal am 7. (nach russischem Kalender), dagegen erheblich später im unteren Bug, nämlich von Brest bis Zegrze ziemlich gleichzeitig am 15./17., hierauf im Narew und in der Bjebrza am 17./19., schließlich in den großen Seen Masurens am 23. März. Der Eisgang dauerte bei Sokal zwei Tage, an fast allen übrigen Beobachtungstellen drei bis fünf Tage, so daß der obere Bug schon am 9., der untere Bug am 20./21., der Narew am 20./23. März eisfrei war. Am längsten währte der Abgang des Eises in der Mündungstrecke und in der Weichsel, nämlich vom 3./4. bis zum 16./19. März 1888.

Im Spätherbste 1888 begann die Grundeisbildung bereits am 25/26. Oktober, nur bei Brest M., Brest B. und in der Bjebrza schon am 23./24. Die am 25./28. entstandene Eisdecke löste sich am 6./11. November wieder. Bei den österreichischen Pegelstellen des oberen Bug scheint dieser erste Eisstand im Anfang November begonnen und bis zum 6./7. November (nach russischem Kalender) gedauert zu haben. Sehr viel hartnäckiger war überall der zweite Eisstand, der bis Mitte März 1889 bestehen blieb. Sein Eintritt erfolgte bei Brest M. schon am 23. November, im oberen und unteren Bug am 1./3. Dezember, im Narew und in der Bjebrza am 2./4., in den großen Seen Masurens erst am 17. und in der Weichsel am 25./28. Dezember. Sein Aufbruch fand in der Weichsel am 14. März, im oberen Bug bei Sassuw am 3., bei der Peltewmündung,

Ruda und Sokal am 13./14., im unteren Bug am 14./17., im Narew am 16./20., in der Bjebrza am 21./22. März statt. Da die Dauer des Eisgangs in den oberen Strecken drei bis sechs Tage, in den unteren sechs bis acht Tage betrug, wurden Weichsel, Bug und Narew ziemlich gleichzeitig am 20./23. März eisfrei, bloß der obere Bug bei Sassuw schon am 8., bei Ruda am 14., bei Sokal am 19., dagegen die Bjebrza und die anschließende Narewstrecke bei Piontnica erst am 27./28. März. Im Serwysee löste sich die Eisdecke am 11. April, in den großen Seen Masurens am 13. April auf. Der Höchststand trat im oberen Bug bei Sassuw am Tage vor dem Eisaufbruch, bei Ruda und Sokal während des Eisganges am 16./17. März ein, in der Bjebrza am 28. März (als der Eisgang endigte), im Pissek bei Johannisburg am 1./3. April (nach russischem Kalender), also anderthalb Wochen vor der Auflösung des Eisstandes im Spirdingsee. Die beim Wasserstande 0,83 m a. P. Johannisburg, dem höchsten des Zeitraums 1871/95, abgeflossenen Wassermassen haben vermuthlich im Narew, obgleich der Scheitel der Fluthwelle aus der Bjebrza bei ihrem Eintreffen längst vorbeigegangen war, das Abfallen dieser Welle verzögert, die fast ebenso hoch gewesen sein mag wie im Vorjahre. Dagegen scheint die Hochfluth des Bug im Frühjahre 1888 beträchtlich stärker als 1889 gewesen zu sein. Wenigstens waren die höchsten Wasserstände beim Eisgange (welche freilich im Allgemeinen niedriger als die Höchststände des nachfolgenden Fluthwellenscheitels sind) an den Beobachtungstellen des Bug im Frühjahr 1889 durchschnittlich niedriger als im Frühjahr 1888 (3 m gegen 4,2 m über dem mittleren Sommerwasserstande), wogegen an den Beobachtungstellen des Narew die entsprechenden Höhenunterschiede 1889 durchschnittlich 3,2 m, 1888 nicht ganz 3,5 m betragen haben. Vergleichende Beobachtungen über die Höchststände von 1888 und 1889 liegen nur für die österreichischen Pegelstellen Sassuw und Sokal vor; danach betrug der höchste Wasserstand bei Sassuw am 10. März 1888 (nach russischem Kalender) 3,36 m, am 2. März 1889 nur 3,10 m, bei Sokal am 10. März 1888 nach Beendigung des Eisgangs 5,80 m, am 16. März 1889 während des Eisgangs 5,70 m. Diese Angaben zeigen mindestens keinen Widerspruch gegen die obige Annahme, daß die Schmelzwasserfluth von 1888 im Bug stärker als die von 1889 gewesen sei.

Im Gegensatze zu diesen beiden strengen Wintern stehen die beiden Winter 1886/87 und 1893/94, deren Eisgangverhältnisse mehr dem Durchschnitt entsprechen. Es genügt aber wohl, für dieselben einen Vergleich zwischen dem oberen Narewgebiete und dem Pissekgebiete anzustellen, weil gerade hier die Vorgänge in den Frühjahren 1888 und 1889 sich etwas anders abgespielt haben, als es in der Regel geschieht, und die aufspeichernde Wirkung der großen Seen weniger zur Geltung kam. — Im Winter 1886/87 zeigte sich das erste Grundeis bei Goniondz und Piontnica am 9. Dezember, bei Nikolaiken am 15. Dezember (nach russischem Kalender), der erste Eisstand in der Bjebrza und im Narew am 10./13., in den Spirdingseegewässern am 30. Dezember. Hier bei Nikolaiken währte der Eisstand nun ununterbrochen bis zum 31. März. Bei Goniondz und Piontnica löste sich die Eisdecke zum ersten Mal am 21./22. Februar, und die zwischen dem 1. und 15. März neu entstandene ging am 16./18. März endgültig

ab. Mit dem Wechsel der Eisbedeckung war in der Bjebrza und im Narew ein mehrfaches Steigen und Fallen der Wasserstände verbunden. Bei Nikolaiken und im Pissek bei Johannisburg stieg dagegen das Wasser langsam um ein geringes Maß an und fiel noch langsamer wieder, bis Ende Juli der gewöhnliche Wasserspiegel erreicht war. — Im Winter 1893/94 kam es nach längerem Grundeistreiben am 24./25. November bei Goniondz und Piontnica zum ersten Eisstande, der bloß bis zum 1./2. Dezember anhielt. Danach folgte in der Bjebrza und im Narew unter stetigem Wasserstandswechsel ein zweiter Eisstand vom 18./21. Dezember bis Ende Januar, ferner ein dritter vom 4./7. bis zum 17./18. Februar, der mit dem Eisgange vom 18./21. Februar endigte. Hingegen bildete sich bei Nikolaiken erst am 23. Dezember eine Eisdecke, die bis zum 9. März stehen blieb. Der im Narew bemerkbare mehrfache Wechsel zwischen Thau- und Frostwetter blieb ohne Einwirkung auf den Eisstand in den großen masurischen Seen, obgleich die Wasserstände bei jedem vorzeitigen Thauwetter zunahmen und auch nach Auflösung der Eisdecke noch allmählich anwuchsen, bis sie am 10./16. März bei Nikolaiken und Johannisburg den Scheitelstand erreichten. Erst im Laufe des Juli kamen die Wasserstände wieder auf das Maß herab, das sie vor dem Beginne der ersten Eisbildung besessen hatten. Man erkennt hieraus deutlich die auf S. 456 erwähnte aufspeichernde Wirkung der großen Wasserbecken des Pissekgebiets.

III. Wasserwirthschaft.

Nach v. Holsche's Angaben soll im Anfange dieses Jahrhunderts der Narew „jederzeit bis Tykocin für Oder- und Salzkähne schiffbar" gewesen sein. Dies „jederzeit" darf man wohl bezweifeln, zumal Stuckenberg mittheilt, daß 1810 die Schiffahrt auf den oberen Strecken nur bei hohen Wasserständen betrieben werden konnte. Jetzt gilt der 258 km lange Flußlauf von der Bjebrzamündung ab als schiffbar, ebenso die etwa 70 km lange untere Bjebrza bis zur Einmündung des Augustowskikanals. Dieser Nebenfluß ist, wie Stuckenberg angiebt, bereits vor der Fertigstellung dieses Kanals durch Begradigung der schärfsten Krümmungen und Anlage eines Leinpfads für die Schiffahrt eingerichtet worden. Außer dem unbeträchtlichen Schiffsverkehre des Augustowskikanals erhält die Bjebrza noch Zufuhr durch den Getreideumschlag bei Goniondz. Die 40 bis 70 t Getreide ladenden Barken finden in dem versandeten Flußbette des Narew während des Sommers so große Hindernisse, daß sie die Fahrt manchmal unterbrechen müssen. Tiefergehende Fahrzeuge (Berlinken) gehen gewöhnlich nicht weiter flußaufwärts als bis Pultusk, von welcher Stadt ab ein regelmäßiger Dampferverkehr mit Warschau unterhalten wird. Im Durchschnitt der Jahre 1890/94 hat die Zahl der bei Zegrze gezählten Segelkähne, welche vom mittleren Narew kamen und dorthin gingen, für jede Richtung rund 200 betragen. Dieser geringe Schiffsverkehr beschränkt sich vorzugsweise auf die Zeit der hohen Wasserstände im Frühling und Spätherbst. Nur auf der unteren, etwas wasserreicheren Flußstrecke können die Kähne auch im Sommer ohne allzu große Schwierigkeiten fahren.

Weit bedeutender ist die Flößerei, da aus den Gouvernements Suwalki und Lomza ziemlich viele Rundkiefern, in geringer Menge Rundtannen, Laubhölzer und kieferne Mauerlatten, meist Hölzer von guter Beschaffenheit, nach der preußischen Weichsel verflößt werden. Noch werthvoller sind die aus dem Gouvernement Grodno mit dem oberen Narew und aus den übrigen westrussischen Gouvernements über den Augustowskikanal mit der Bjebrza nach dem unteren Narew und der Weichsel beförderten Floßhölzer. Der Verkehr des Augustowskikanals wird im folgenden Kapitel betrachtet. Vom oberen Narew gilt die rund 94 km lange Strecke Suraz — Bjebrzamündung als flößbar, außerdem der in dieselbe mündende Suprasl auf 66 km Länge. Jedoch kommen im Frühjahr bei hohen Wasserständen auch auf den Quellflüssen des Narew kleine Flöße, deren Tafeln nur je vier Stämme enthalten, aus dem Bialowjezer Urwald herab. Oberhalb Tykocin wird die Flößerei während der Sommermonate wegen des schlechten Zustandes des Flußbetts unterbrochen. Von Tykocin, wo das Floßholz zu größeren Traften verbunden wird, bis Wizna dürfen dieselben nach der Flößereiordnung 6,4 m Breite haben, von da bis Zegrze 12,8 m, von da bis zur Mündung 25,6 m, in der Bjebrza 6,4 m Breite. Die zulässige Länge der Flöße ist für die Bjebrza auf 107 m, für den Narew auf 139 m festgesetzt. Daß der Pissek in seinem etwa 76 km langen Laufe vom Spirdingsee bis zur Mündung zur Flößerei benutzt wird, ist im Bd. IV, 2. Abth. 10. Kap. näher mitgetheilt. Die 54 km lange russische Strecke des Omulew und der 62 km lange untere Lauf der Orzyc gelten als flößbar, sind es aber thatsächlich nicht.

Flußbauten scheinen am Narew niemals ausgeführt worden zu sein. Die Fürsorge für den Schiffsverkehr geht über die an besonders gefährdeten Stellen zuweilen erfolgende Räumung der Fahrrinne von Senkhölzern nicht hinaus. Zur Herstellung von Uferschutzwerken liegt keine dringliche Veranlassung vor, da die Ufergrundstücke fast überall nur geringen Werth besitzen. Bloß an wenigen Stellen befinden sich Ackerländereien im Narewthale, dann aber in so hoher Lage, daß sie eines Schutzes gegen Hochwasser nicht bedürfen, weshalb Eindeichungen nirgends vorhanden sind. Die Straßendämme, welche das Narewthal kreuzen, haben außer der Flußbrücke noch mehrere (3 bis 8) Fluthbrücken, sämmtlich in Holz gebaut, und bieten daher für den Hochwasserabfluß keine besonderen Hindernisse. Von Eisenbahnen wird der Narew nur an drei Stellen überschritten, nämlich im Oberlaufe bei Strabla von der Linie Brest—Prostken (-Königsberg) und bei Lapy mit drei zusammen etwa 120 m weiten Oeffnungen von der Linie Warschau—St. Petersburg, sowie in der Mündungstrecke bei Nowo-Georgijewsk von der Linie Warschau—Mlawa (—Marienburg). Die mit drei Oeffnungen 189 m weite Brücke der letztgenannten Linie hat zwei Fahrbahnen über einander, von denen die obere zur Ueberführung des Straßenverkehrs benutzt wird; die Lichtweite der Fluthöffnungen beträgt etwa 40 m.



2. Abtheilung. 16. Kapitel.

Der Augustowskikanal.

Die Angaben über diesen Kanal, welcher das Weichsel- mit dem Njemengebiete in schiffbare Verbindung setzt, entstammen denselben Quellen wie diejenigen über den Oginskikanal (vergl. Bd. II S. 116). Die Verbindung mit der Weichsel erfolgt durch den Narew und die in ihn mündende Bjebrza (Bobr), die Verbindung mit dem Njemen durch die Czarna-Hancza. Zwischen den beiden zuletzt genannten Flüssen liegt die Wasserscheide in einer sandig-sumpfigen Bodensenke. Ebenso wie der Bromberger Kanal, der Finowkanal und der Oder-Spree-Kanal, benutzt auch die Kanalverbindung zwischen Weichsel und Njemen, welche nach der Kreisstadt Augustuw den Namen Augustowskikanal erhalten hat, ein diluviales Hauptthal, um aus dem einen in das andere Stromgebiet zu gelangen.

Vom Narew bis zur Einmündung des Kanals bei Dembowo hat die Bjebrza 69,6 km Länge, die Kanalstrecke von da bis zum Neckosee bei Augustuw 33,1 km, von da bis zur Einmündung in die Czarna-Hancza 38,4 km, endlich die kanalisirte Czarna-Hancza und die östliche Mündungstrecke des Kanals 30,9 km, so daß die ganze Länge der Wasserstraße mit Einschluß der Bjebrza 172,0 km und ohne dieselbe 102,4 km beträgt. Die Kanalstrecke von Augustuw bis zur Bjebrza zieht dicht neben der Netta, dem natürlichen Abflusse des Neckosees, entlang und benutzt zum Theil das Bett dieses Baches; unterhalb der Dembowoer Schleuse hat auch die Bjebrza auf kurze Strecke bis zur Berezowkamündung ein begradigtes Bett erhalten. Von Augustuw ab gegen Osten brauchten bei dem Bau der Wasserstraße zunächst nur die kleinen Verbindungsgräben zwischen dem Necko-, Biale- und Studzjenicznesee erweitert und vertieft zu werden. Am östlichen Ende des Studzjenicznesees wird mit der Swobodaschleuse die Scheitelhaltung erstiegen, welche in eine südöstlich des Serwysees gelegene Kette kleiner Seen bei Gorczyca hinüber führt, deren Abfluß bei Mikaszowka bereits früher in die Czarna-Hancza einmündete. (Länge der Scheitelhaltung bis zur Gorczycer Schleuse = 9,3 km.) Von Mikaszowka bis Sonicze benutzt die Wasserstraße auf 30 km Länge das entsprechend ausgebaute Bett dieses Njemen-Nebenflusses, zweigt aber bei Sonicze rechts ab und erreicht mit einer erheblich kürzeren Mündungstrecke den Njemen bei Njemnowo, 5 km oberhalb der Flußmündung.

Bei gewöhnlichem Wasserstande des Njemen liegt das Unterwasser der dortigen Kuppelschleuse (mit 3 Kammern hinter einander) auf + 84,5 m, die Scheitel-

haltung auf + 126,0 m, das Unterwasser der Dembowoer Schleuse in der Bjebrza auf + 110,4 m, der Narew an der Bjebrzamündung auf + 101,0 m. Die Fallhöhe der Wasserstraße beträgt demnach einerseits von der Scheitelhaltung bis zum Njemen 41,5 m, andererseits bis zur Bjebrza 15,6 m und bis zum Narew 25,0 m. Zur Ueberwindung dieser Fallhöhe dienen in der östlichen Schleusentreppe 11 Kammerschleusen, von denen die Kuppelschleuse bei Njemnowo 9,4 m Fall hat, die übrigen durchschnittlich 3,21 m (1,9 bis 6,4 m). Von der die Scheitelhaltung gegen Westen begrenzenden Swobodaschleuse bis zur Abzweigung aus dem Neckosee liegt nur eine Schleuse; in der südlichen Schleusentreppe liegen 5, die oberste bei Augustuw, die letzte bei Dembowo; ihre durchschnittliche Fallhöhe beträgt 2,52 m (1,4 bis 3,35 m). Alle Schleusen sind in Stein gebaut, haben 47,6 m nutzbare Länge und 6,4 m Thorweite.

Die Sohlenbreite des 1825/37 hergestellten Kanals beträgt 11,5 m, die Spiegelbreite bei voller Füllung auf 1,43 m Tiefe etwa 20 m. Auf beiden Seiten der zumeist aus Sandboden bestehenden Ufer liegen Leinpfade, 0,6 m über dem gewöhnlichen Wasserstande. Die Speisung erfolgt zum Theil durch das Grundwasser, auf dessen Senkung der Kanal für die an Vorfluth Mangel leidende Umgebung eine recht wohlthätige Einwirkung ausgeübt hat, zum Theil aber auch durch die Seen und fließenden Gewässer: die in den Neckosee mündende Rospuda und die Czarna-Hancza. Für die Speisung der Scheitelhaltung dient der Serwysee (+ 127 m), für diejenige der südlichen Schleusentreppe der Sajnosee (+ 121 m).

Der Schiffsverkehr ist trotz der ausreichenden Speisung äußerst gering, da die Berlinken mit etwa 43 m Länge, 4,9 bis 5,2 m Breite und 1,2 m Tiefgang nur bei den kurze Zeit anhaltenden günstigen Wasserständen im Frühjahr und Spätherbst auf den anschließenden Flußstrecken fahren können. Etwas häufiger wird der Kanal von kleinen Barken benutzt, welche Getreide vom Njemen nach Warschau bringen (mit 40 bis 70 t Ladung). In den Jahren 1890/94 wurde der Augustowskikanal bloß von durchschnittlich 26 Schiffen in jeder Richtung durchfahren; 1894 fuhren außerdem noch 50 Fahrzeuge durch die Njemnowoer Schleuse hin und zurück, welche nicht bis zur Dembowoer Schleuse gelangten, also einen örtlichen Verkehr mit dem Njemen vermittelten. Für 1890 ist ein Dampfer vermerkt, der beide Schleusen passirt, also den ganzen Kanal durchfahren hat. Die Zahl der Traften mit werthvollem Floßholz aus den Gouvernements Wilna und Minsk, welche vom Njemen auf den Kanal übergingen, betrug im Durchschnitt der Jahre 1890/94 rund 390, während die Dembowoer Schleuse von 530 Flößen nach der Weichsel hin passirt wurde. An den waldreichen Ufern des Kanals im Gouvernement Suwalki scheint demnach die Zahl der Flöße um 140 vermehrt worden zu sein. Ferner gingen 180 Flöße durch die Njemnowoer Schleuse zu Thal nach dem Njemen. Die Breite der Traften darf nach der Flößereiordnung nicht mehr als 5,3 m betragen. Ihre zulässige Länge ist (in den einzelnen Strecken verschieden) auf 77 bis 384 m festgesetzt, muß aber natürlich beim Durchschleusen vermindert werden und sich nach der nutzbaren Kammerlänge der Schleusen (47,6 m) richten.

2. Abtheilung. 17. Kapitel.

Der Bug-Dnjepr-Kanal und das Polesje.

Der Bug-Dnjepr-Kanal setzt das Weichselstromgebiet in schiffbare Verbindung mit dem weit ausgedehnten Gewässernetze des Dnjepr. Er durchschneidet in seiner ganzen Länge das Polesje, jenes eigenartige Sumpfland, dessen Ränder am Bug in das Weichselstromgebiet, an der Szczara und am Oberen Njemen in das Memelstromgebiet übergreifen, was zur Herstellung des oben genannten und des Oginski-Kanals Veranlassung gegeben hat, zweier Wasserstraßen zwischen den Gebieten des Schwarzen Meeres und der Ostsee. Die große Bedeutung, welche dieses Sumpfland für die in unserem Werke betrachteten Nachbargebiete besitzt, macht es wünschenswerth, im Anschluß an die Beschreibung des Bug-Dnjepr-Kanals eine kurze Darstellung seiner Zustände zu geben, für welche die unter dem Namen Sarmaticus erschienene Druckschrift „Von der Weichsel zum Dnjepr" (Hannover 1886) und die Abhandlung von Popowski „Entsumpfungsarbeiten in der Polesie" (Wien 1884) benutzt wurden.*) Die Beschreibung des Kanals erfolgt auf Grund der Druckschrift von E. H. Shitkow „Kurze Uebersicht der Wasserstraßen Rußlands" (St. Petersburg 1892), der statistischen Veröffentlichungen des russischen Ministeriums für Wegeverbindungen und anderer Quellen.

Der Lauf des Prypet von seiner Mündung in den Dnjepr bis zur Einmündung der Pina und die untere Pina bis zur Jasioldamündung bilden auf etwa 500 km Länge die gemeinsame Stammstrecke der beiden genannten Wasserstraßen. Durch die Jasiolda wendet sich der zum Njemen führende Schiffahrtweg (mit dem Oginskikanale) gegen Norden, während der zum Weichselgebiet führende Schiffahrtweg die westliche Richtung beibehält, indem er die Pina über Pinsk (33 km oberhalb der Jasioldamündung) weiter verfolgt, sodann durch den Bug-Dnjepr-Kanal nach dem Muchawjec übergeht und in diesem bei Brest-Litowsk mündenden Nebenfluß den Bug am Beginne seines westwärts gerichteten Unterlaufs erreicht.

Der Verbindungskanal wurde 1786 unter dem polnischen Könige Stanislaus August angelegt und nach ihm Königskanal benannt, aber erst 1839/43 für größere Fahrzeuge benutzbar gemacht und mit seinem jetzigen Namen belegt. Er

*) Polesie heißt im Polnischen Waldland. Das Wort ist sächlich und darf im Deutschen nicht „die Polesie", sondern muß „das Polesje" geschrieben werden.

besteht aus einem breiten, ziemlich tiefen Graben zwischen der oberen Pina und dem oberen Muchawjec. Im Frühjahre zur Zeit der reichlichen Wasserführung findet die Scheidung der einerseits nach dem Schwarzen Meer, andererseits nach der Ostsee fließenden Wassermassen in der Gegend von Golowczicy statt, etwa halbwegs zwischen Pinsk und Brest-Litowsk. Die von der Weichsel kommenden Fahrzeuge brauchen dann auf der langen Reise bis Kijew nur die einzige Schleuse bei Pinsk zu passiren. Wenn später das Wasser zu verlaufen beginnt, so werden die sogenannten Halbschleusen errichtet, d. h. Nadelwehre, welche den Abfluß verlangsamen sollen. Von der Kammerschleuse bei Pinsk bis zum Beginne des Verbindungskanals ist die Wasserstraße in der Pina 47 km lang, der Kanal selbst 79 km, die schiffbare Strecke des Muchawjec 90 km, die ganze Wasserstraße Pinsk—Brest-Litowsk also 216 km.

Bei gewöhnlichem Sommerwasserstand liegt das Unterwasser in der Pina bei Pinsk auf + 122,4 m, der Wasserspiegel des Bug an der Muchawjecmündung auf + 127,0 m, die 26 km lange Scheitelhaltung zwischen der Halbschleuse beim Vorwerk Seliszcze (im Osten) und derjenigen bei Dwornica (im Westen) auf + 139,8 m. Die Fallhöhe beträgt sonach bis zum Unterwasser bei Pinsk 17,4 m, bis zum Bug 12,8 m. Zu ihrer Ueberwindung hat die östliche Schleusentreppe die bezeichnete Kammerschleuse mit 6,8 m Fall und 7 Halbschleusen mit durchschnittlich 1,52 m (0,79 bis 2,13 m) Stauhöhe erhalten, die westliche Schleusentreppe 13 Halbschleusen mit durchschnittlich 0,98 m (0,38 bis 1,58 m) Stauhöhe. Außerdem liegt noch eine Halbschleuse im Bug unterhalb der Muchawjecmündung (vergl. S. 443). Die Abmessungen der Pinsker Schleuse sind derart gewählt, daß Schiffe von 40 m Länge und 6 m Breite mit 1,2 m Tiefgang dieselbe benutzen können.

Die Halbschleusen bestehen aus Nadelwehren mit 14,9 m Lichtweite, deren schmiedeiserne Böcke 1,1 m Abstand und bis zu 2,7 m Höhe besitzen; die hölzernen Nadeln haben 5 cm Stärke. Der Unterbau und die Wangen sind in Holzbau auf Pfahlrostgründung hergestellt. Beim Beginne des Frostwetters werden die Wehre niedergelegt und erst nach dem Ablaufen des Frühjahrshochwassers wieder aufgerichtet. Ebenso werden sie im Sommer zeitweise niedergelegt, um das Gefälle auszugleichen, wenn eine (gewöhnlich aus etwa 20 Flößen und Schiffen gebildete) Karawane von der einen zur anderen Haltung fahren will. Die 5,3 bis 16 km betragende Entfernung zwischen je 2 Halbschleusen war danach bestimmt worden, daß mit dem von der unteren Halbschleuse erzeugten Stau bis zur oberen überall mindestens 1,1 m Tiefe in der Fahrrinne beim niedrigsten Wasserstande herbeizuführen wäre. Da der Plan nicht genau eingehalten ist und durch das Frühjahrshochwasser häufig erhebliche Versandungen verursacht werden, die man nicht rasch genug wegbaggern kann, so ist aber jene Fahrtiefe in trockenen Sommern nicht immer vorhanden.

Die Speisung erfolgt aus dem Grundwasser des Sumpflandes, und zwar nicht nur aus der nächsten Nachbarschaft des Kanals, sondern auch von größerer Entfernung mit Hülfe der beiden in die Enden der Scheitelhaltung mündenden Speisegräben aus den südlich vom Schiffahrtkanale gelegenen Sumpfseen: des sogenannten Bjeloserskikanals (21,4 km lang) und des Orjechowskikanals (32 km

lang). Außerdem führen die obere Pina und der obere Muchawjec nebst ihren Nebenbächen Speisewasser zu. Die Sohlenbreite des Schiffahrtkanals soll 10,6 m, die Spiegelbreite bei 1,5 m Wassertiefe 21,3 m betragen, welche Abmessungen jedoch nicht überall vorhanden sind. Die meist aus Sand, stellenweise aus Torf bestehenden Ufer werden durch Faschinenpackwerk gegen die bei der Hochwasserabführung und beim Flößereibetriebe entstehenden Angriffe gesichert. Auf den Ufern liegen am Kanale beiderseits, am Muchawjec und an der Pina auf der nördlichen Seite 2 bis 3 m breite Leinpfade, 0,7 m hoch über dem höchsten Stauspiegel.

Die zu Berg gehenden Fahrzeuge werden meist durch Menschen, zuweilen auch durch Pferde getreidelt. Bei günstigem Winde bedienen sie sich ihrer Segel. Die Flöße werden bis Pinsk durch Dampfer geschleppt, von da ab getreidelt. Am meisten gebräuchlich sind Berlinken, Barken, Galeeren und eiserne Gabaren von ähnlicher Bauart wie auf der russischen Weichsel (vergl. S. 323), außerdem die in Gorodec am Kanale selbst gebauten flachen Boote, welche höchstens 13 m Länge, bis zu 4 m Breite und bei 0,6 m Tiefgang etwa 10 t Tragfähigkeit besitzen. Von Mitte November bis Anfang April pflegt der Kanal durch Eis gesperrt zu sein. Während des Frühjahrshochwassers beginnt der Floß- und Schiffsverkehr (meist im Anfang April) und hält bis zum November an, wird aber zuweilen in sehr trockenen Sommern vorübergehend unterbrochen. Die wenigen preußischen Schiffe, welche bei günstigen Wasserständen die Bergfahrt unternehmen, bleiben gewöhnlich während des Winters in den russischen Gewässern und kommen erst mit dem nächstjährigen Hochwasser von Kijew und anderen Plätzen wieder zurück.

Durch die Verbesserung der Eisenbahnverbindungen hat übrigens der Schiffsverkehr mit Getreide, Talg, Steinen, Kalk u. s. w. in neuerer Zeit erheblich abgenommen. Unterhalb Pinsk gingen im Durchschnitte der Jahre 1890/94 jährlich zu Berg 420, zu Thal 300 Schiffe, ferner 510 Dampfer in beiden Richtungen, oberhalb Pinsk 160 Schiffe zu Berg, 15 zu Thal, bei Brest-Litowsk im Muchawjec 90 Schiffe zu Thal, 30 zu Berg, außerdem oberhalb Pinsk und bei Brest 5 Fahrzeuge mit Dampfbetrieb (Dampfer und Dampfbagger). Danach kann die Zahl der Schiffe, welche den Bug-Dnjepr-Kanal durchfahren haben, nur sehr gering gewesen sein, höchstens 15 in der Richtung vom Bug zum Dnjepr und 90 in der umgekehrten Richtung. Die bei Brest angegebenen Fahrzeuge mit Dampfbetrieb haben vermuthlich den Kanal nur benutzt, um von der deutschen Werft an den Verwendungsort in den russischen Gewässern zu gelangen, wogegen unterhalb Pinsk ein starker Verkehr von Schleppdampfern stattfindet, welche die Flöße auf dem Prypet zu Berg schleppen. In derselben Zeit sind jährlich 12500 Floßholztafeln unterhalb Pinsk zu Berg, 1100 zu Thal gegangen, oberhalb Pinsk 14250 zu Berg, bei Brest im Muchawjec 11150 zu Thal. Obgleich diese Zahlen nicht recht übereinstimmen, zeigen sie doch, daß der Floßverkehr auf dem Bug-Dnjepr-Kanal große Bedeutung besitzt und den des Oginskikanals erheblich übertrifft. Die Breite der Holztraften ist durch die Flößereiordnung für den Kanal und Muchawjec auf 6,4 m, für den flößbaren östlichen Speisegraben (Bjeloserskikanal) auf 3,2 m festgesetzt.

Der lebhafte Holzverkehr stammt zum Theil aus den Waldungen des inneren Rußlands, größtentheils aber aus den Niederungswäldern des Prypetgebietes, des **Polesje**. Von dem rund 125 000 qkm großen Stromgebiete des Prypet gehören etwa 88000 qkm zu der sandigen und sumpfigen Niederung des Hauptstroms und seiner zahlreichen Nebenflüsse, welche ein mächtiges Dreieck zwischen den Städten Brest-Litowsk, Mohilew und Kijew bildet. Der Namen „Rokitnosümpfe", der auf den meisten geographischen Karten gebraucht wird, ist von dem Dörfchen Rokitno abgeleitet, das in dem größten zusammenhängenden Sumpfgebiete zwischen den rechtsseitigen Nebenflüssen Goryn und Ubort liegt, bezeichnet also eigentlich nur einen Theil des gesammten Polesje. Gegen Norden wird die gewaltige Fläche bis Minsk durch die litauischen Höhenzüge des Njemengebiets besäumt, welche die europäische Hauptwasserscheide vom Weichsel- zum Dünagebiete führen, gegen Süden durch die in Wolynien liegenden Vorhöhen der Podolischen Hochfläche. Gegen Westen greift das Polesje ohne deutliche Abtrennung in das Buggebiet über. Gegen Osten bildet das Dnjeprthal von Rohaczew bis unterhalb der Prypetmündung seine Endlinie.

Unterbrochen wird die Einförmigkeit der Tiefebene hauptsächlich durch eine Bodenschwelle, welche von Skrzygaluw ab dem rechten Ufer des mittleren Prypet folgt und bei Mozyr von diesem Strome in einem nur 2 bis 3 km breiten Thale durchschnitten wird. Im Uebrigen bilden die Sandflächen, welche die Nebenflußgebiete von einander trennen, bloß niedrige Rücken oder inselartige Erhebungen zwischen den ausgedehnten Sümpfen. Größtentheils sind sie mit üppigen Wäldern bedeckt, da die Pfahlwurzeln der Waldbäume im lehmigen Untergrunde gute Nahrung finden. Der sandige Oberboden wird in Nähe der ärmlichen Ortschaften zum Anbau von Getreide benutzt, wofür er sich indessen wenig eignet. Beim Sumpflande besteht die obere Schicht aus Torf, oft mit Sand und Schlick gemischt, die untere Schicht in den bis zu 6 m tiefen Sümpfen aus halbflüssigem Moor. Die flachen Sümpfe sind meistens mit Holz bestanden, das aber wegen der übermäßigen Nässe des Bodens nur geringen Nutzungswerth besitzt. Die tieferen Sümpfe, deren morastiger Boden keinen Baumwuchs aufkommen läßt, haben von jeher Lichtungen in den großen Wäldern des Polesje gebildet und durch ihre gesundheitsschädlichen Ausdünstungen die Bewohnbarkeit des Landstrichs erschwert. Die aus ihnen aufsteigenden Nebel lagern oft viele Tage lang in dicken Schichten auf dem Boden und gestatten keinem Sonnenstrahl den Durchgang. Längs der schiff- und flößbaren Gewässer sind diese Lichtungen durch Abholzung der aus Kiefern, Fichten, Birken und Erlen bestehenden Waldungen bedeutend vergrößert worden.

Dennoch waren bis in die siebziger Jahre etwa 50 % der ganzen Fläche mit nutzbarem Wald bedeckt, allerdings vielfach mit verwilderten Beständen. Die werthlosen Sumpfgehölze, offenen Sümpfe und Wasserflächen umfaßten nahezu 37 %, die landwirthschaftlich verwertheten Grundstücke zusammen kaum 13 % des Polesje. Trotz der geringen Dichtigkeit der Bevölkerung vermag der Boden in nassen Jahren ihren Bedarf an Brodfrucht nicht zu erzeugen, und häufig tritt Nahrungsmangel ein, der sich zuweilen zu wirklicher Hungersnoth steigert. Die Hauptbeschäftigung der körperlich und geistig verkümmerten Bewohner besteht in

Wiesenwirthschaft, Holzarbeit, Holzflößen, Schiffahrt und Fischerei. Im Frühjahr und Herbste unterbrechen die Ueberschwemmungen den Landverkehr vollständig; im Winter wird er durch den tiefen Schnee, im Sommer durch den schlechten Zustand der unbefestigten Wege erschwert. Die von Norden und Süden zum Prypet fließenden großen Wasserläufe haben, ebenso wie der Hauptstrom, nur geringes Gefälle und sind arg versandet, namentlich an ihren Mündungen. Da die Sände hier oft noch künstlich erhöht werden, um eine möglichst bequeme Verbindung längs des Prypet herbeizuführen, so ist der Abfluß in hohem Maße gehemmt und das Ueberschwemmungsgebiet derart vergrößert worden, daß sich nach der Schneeschmelze das ganze Thal bis gegen Mozyr in einen stellenweise 20 km breiten See verwandelt, aus welchem nur die höheren Sandhügel mit den Ortschaften wie Inseln hervorragen.

Obgleich der Ausbreitung des Hochwassers kein Hinderniß entgegensteht, schwillt es doch bis zu der beträchtlichen Höhe von 4 m, stellenweise sogar bis zu 6 m über den gewöhnlichen Wasserstand an, da der Abfluß nach dem Dnjepr sehr langsam stattfindet. Die Dauer der Ueberschwemmungen im Frühjahre währt wegen der schlechten Vorfluth meistens 6 bis 8 Wochen, zumal der Eisaufbruch und die Schneeschmelze in den linksseitigen Nebenflüssen später als in den rechtsseitigen erfolgt. Am ausgedehntesten ist das Ueberschwemmungsgebiet in der Gegend von Pinsk, wo die Jasiolda, die Pina, der Prypet und der Styr mit ihren Seitengewässern fächerförmig zusammenrinnen. Vom Unterwasser der Pinsker Schleuse (+ 122,4 m) bis zur Einmündung in den Dnjepr (+ 100 m) hat der 533 km lange Wasserweg nur 0,042 ‰ (1 : 23800) mittleres Gefälle, kann also das mit ziemlich starkem Gefälle vom Höhenlande kommende Hochwasser nur mit großer Verzögerung abführen.

Nach den 1873/74 bearbeiteten Plänen zur Entsumpfung des Polesje soll diesen Uebelständen dadurch begegnet werden, daß der stark gekrümmte, vielfach gespaltene und arg versandete Hauptstrom begradigt und regelmäßig ausgebaut wird, daß ferner die wichtigeren Nebenflüsse gleichfalls begradigt und (namentlich an den Mündungen) geräumt werden, schließlich durch Anlage neuer Kanäle zur Entwässerung der Theile, welche wegen der hohen Uferrehnen oder wegen ihrer flachen Lage keinen ausreichenden natürlichen Abfluß besitzen. Mit den Entsumpfungsarbeiten soll die Herstellung neuer Wege Hand in Hand gehen. Im ersten Jahrzehnte der auf einen Zeitraum von 40 bis 45 Jahren vertheilten Bauausführung haben sich die Arbeiten vornehmlich auf das untere Prypetgebiet, auf die Gegend von Turow am mittleren Prypet und auf das Jasioldagebiet erstreckt. Angeblich sind bis Ende 1883 nahezu 2200 qkm unzugängliche Sümpfe in Wiesen oder Hutweiden verwandelt, fast 3000 qkm Sumpfwald in nutzbaren Forst umgelegt und durch die Kanäle für die Flößerei aufgeschlossen, 1300 qkm abseits gelegenen Waldes mit den Wasserstraßen in Verbindung gebracht und 380 qkm Grundfläche für den Ackerbau gewonnen worden. Andererseits wird Klage erhoben, der Grundwasserstand sei an manchen Stellen übermäßig gesenkt, der Graswuchs auf den höher gelegenen Wiesen verschlechtert und die Wassertiefe des Oginskikanals erheblich vermindert.

Ob die überraschenden Erfolge des ersten Jahrzehnts von Bestand sein werden und wie sich das große Unternehmen weiter entwickeln wird, muß die Zukunft lehren. Jedenfalls liefert die russische Regierung mit dieser bedeutenden Kulturarbeit den Beweis, daß die Sumpflandschaften kein nothwendiges Zubehör der östlichen Stromgebiete sind, sondern nur ein Ueberrest aus der Zeit, als für die geregelte Ableitung des Wassers keine Sorge getroffen wurde, und eine Mahnung, diese Sorge nie und nirgends unbeachtet zu lassen.



2. Abtheilung. 18. Kapitel.

Hochwasser- und Eisverhältnisse des Weichselstroms und seiner Nebenflüsse.

I. Allgemeine Betrachtung.

1. Vorbemerkung.

Wie in ihrer Entstehungsweise, so sind die Hochfluthen des Sommers auch in ihrem Verlaufe von den durch das Abschmelzen des Schnees hervorgerufenen Hochwassern so wesentlich verschieden, daß es sich empfiehlt, beide Arten, wie es in den folgenden Abschnitten geschieht, getrennt von einander zu betrachten. In der bisherigen Darstellung ist mehrfach hervorgehoben, daß die Schmelzwasserfluthen um so mehr an Bedeutung gewinnen, je weiter der Strom sich von seinem Quellgebiete entfernt, bis schließlich in den untersten Stromstrecken die Vertheidigung der Niederungen sich fast ausschließlich gegen sie richtet und nur noch ganz ausnahmsweise, wie z. B. im Juni 1884, auch im Sommer einmal ein bedeutendes Unheil über die Uferländereien hereinbricht.

Als Zeugnisse für diese Wandlung, die der Strom mit dem immer größer werdenden Antheile des Flachlandes an seiner Gebietsfläche allmählich erfährt, haben in den früheren Kapiteln namentlich die Werthe für das mittlere Hochwasser beider Jahreshälften, sowie die Vertheilung der Jahreshöchstſtände auf die verschiedenen Jahreszeiten gedient. Es ergab sich dabei, daß nur der Dunajec mit seiner an die Speisung aus Gletschern erinnernden reichen Wasserführung während des Sommers jenes Hervortreten der Schmelzwasserfluthen der letzten Wintermonate vorübergehend unterbricht, indem er das mittlere Hochwasser des Sommers mächtig über das des Winters emporsteigen läßt; doch schon von der Wislokamündung ab kommt das Flachland dafür um so mehr zur Geltung.

Freilich war nicht nur für die Obere, sondern auch noch für die Mittlere Weichsel zu bemerken, daß der Jahreshöchststand, wenn er einmal auf den Sommer trifft, dann auch besonders hoch zu sein pflegt. Schon hierin liegt ein Hinweis darauf, daß die sommerlichen Fluthwellen, ungeachtet der zunehmenden Bedeutung der Schmelzwasserfluthen, doch zunächst die ungestümeren bleiben. Daß dies in der Unteren Weichsel gewöhnlich nicht mehr der Fall ist (obschon auch hier die dem Sommer zufallenden Jahreshöchststände durchschnittlich das mittlere Hochwasser des Jahres überragen), ist namentlich wohl einer günstigen Einwirkung des Narew zuzuschreiben. Denn dieser läßt die sommerlichen Fluth-

wellen des Stromes nicht allein vorüberziehen, ohne seinerseits wesentliche Wassermassen hinzuzubringen; vielmehr bildet bei gewöhnlichen Wasserständen des Narew das Flußthal seiner Mündungstrecke in solchen Fällen ein nicht unbeträchtliches Sammelbecken, das den Hauptstrom zeitweise um eine bedeutende Wassermenge entlastet und die Fluthwelle desselben dadurch verflacht.

Ueber die äußere Erscheinungsform und die Wirkungsweise der Hochfluthen im Weichselstrome enthält das geographische Wörterbuch für die polnischen Lande folgende Angaben: „Das Herannahen einer Hochfluth verräth sich zunächst dadurch, daß auf dem Wasser ein Schaum auftritt, welchen man „Sahne" nennt. Er zeigt sich am reichlichsten, wenn der Wellenscheitel sich nähert. Zuerst erscheint er in weißer Farbe, geht aber später ins Gelbliche über. Das geübte Auge eines Flößers vermag eine bevorstehende Ueberschwemmung hieran sehr bald zu erkennen. Auf der Wasseroberfläche erscheinen dann gewöhnlich hier und da Flecke und Häutchen, wahrscheinlich organische Theilchen, die den im oberen Stromlaufe weggespülten Sandbänken entstammen. — Am gefährlichsten sind für die Landwirthe die Ueberschwemmungen, welche im Juni und Juli eintreten; hingegen sind die zur Frühjahrszeit im März und April erfolgenden Ueberschwemmungen, die man „Krakauer Fluthen" nennt, oft eine Wohlthat für das Weichselgebiet; denn sie überschwemmen die noch brach liegenden oder die mit Wintersaat bestellten Felder vor dem Beginne des Pflanzenwuchses und setzen dort, ähnlich wie die Ueberschwemmungen des Nil, den Flußschlamm ab, der Ackerland und Wiesen überaus fruchtbar macht."

2. Maßstab für die Hochfluthen.

Eine genaue Betrachtung des Gegenstandes erfordert vor Allem eine Festsetzung der Pegelhöhen, von denen ab die Hochwasser gezählt werden sollen. Das mittlere Hochwasser des Jahres ist hierfür nicht gut zu verwenden, da es sich doch aus gar zu verschiedenartigen Zahlen zusammensetzt. Die natürlichsten Hochwassergrenzen bilden nun zweifellos die Ausuferungshöhen. Einerseits sind diese aber für den Strom im Auslande nicht bekannt, andererseits könnte ihnen auch bei dem Zustande, in dem sich das Flußbett namentlich in Rußland größtentheils noch befindet, kaum eine maßgebende Bedeutung beigelegt werden. Die für die preußische Stromstrecke geltenden Ausuferungshöhen lassen einen Rückschluß auf das Ausland aber nicht gut zu. Da sich nämlich die Fluthwellen im Allgemeinen immer mehr dehnen, je näher sie der Mündung des Stromes kommen, so würde man in eine schwer zu überblickende Fülle zum Theil ganz bedeutungsloser Einzelfälle gerathen, wenn man etwa von der Annahme ausgehen wollte, daß für die einzelnen Pegelstellen des Auslands derselbe Bruchtheil aller Wasserstände als Hochwasser anzusehen sei, der z. B. bei Thorn oder bei Kurzebrack das Wasser über die Ufer des Stromes treten läßt.

Im Folgenden ist deshalb ein anderer Weg eingeschlagen; es werden zunächst als Hochwasser erster Ordnung alle diejenigen Anschwellungen angesehen, bei denen der Wasserspiegel an der betreffenden Pegelstelle bis zu einer Höhe emporging, die durchschnittlich nur einer unter je 1000 Wasserständen erreicht oder überschreitet. Für die Hochwasser zweiter Ordnung wird die

Grenze auf 5 unter je 1000 Wasserständen hinuntergesetzt, und für die Hochwasser dritter Ordnung endlich bildet diejenige Pegelhöhe die Grenze, zu der sich im Ganzen nur ein Prozent aller Wasserstände erhebt. Zur Veranschaulichung dieser Zahlen sei vergleichsweise bemerkt, daß bei Thorn und Kurzebrack rund 10 % aller Wasserstände die Ufer überfluthen.

Die gegebenen Pegelstellen zur Durchführung der obigen Festsetzung sind N.-Berun, Krakau und Warschau, da für jede derselben eine langjährige Beobachtungsreihe vorliegt und jede außerdem einer anderen Hauptstrecke des Stromes angehört. Für N.-Berun und Warschau sind jene Grenzwerthe auch ohne Weiteres angebbar, und zwar findet man, wenn man für die Häufigkeit der Wasserstände den hierzu wohl ausreichenden Zeitraum 1871/95 zu Grunde legt, folgende Beträge, denen vergleichsweise die langjährigen Werthe des mittleren Hochwassers und Mittelwassers des Jahres beigefügt sind:

Hochwasser	I. Ordnung	II. Ordnung	III. Ordnung	MHW	MW
N.-Berun . .	4,00 m	3,50 m	3,10 m	3,55 m	1,01 m
Warschau . .	5,10 m	4,40 m	4,10 m	4,30 m	1,29 m

Für die Pegelstelle Krakau ist eine so einfache Festsetzung nicht möglich, da der Wasserspiegel im Laufe der Zeit hier eine beträchtliche Senkung durchgemacht hat, und da kaum mit einiger Sicherheit beurtheilt werden kann, wie weit dieselbe durch ein vermehrtes oder vermindertes Auftreten von Hochwassern im Einzelnen gehemmt oder beschleunigt worden ist. Aus den fünfjährigen Mittelwerthen, die auf S. 240 mitgetheilt sind, geht indessen hervor, daß die Zeiträume 1831/55, 1856/80 und 1881/96 in erster Annäherung als in sich bezüglich der Höhe der Wasserstände einigermaßen gleichartig betrachtet werden dürfen. Man könnte also für jeden dieser Zeiträume die Grenzen ganz entsprechend wie oben ermitteln. Da nun aber die mühevolle Auszählung der Häufigkeit der Wasserstände bei Krakau nur für die 25 Jahre 1871/95 erfolgt ist; so muß hierbei ein kleiner Umweg eingeschlagen werden. So kann man beispielsweise die angeführten Grenzwerthe mit dem mittleren Hochwasser der betreffenden Jahresreihe in Beziehung setzen und aus letzterem dann umgekehrt für Krakau auf die fraglichen Grenzwerthe schließen. Mit dem zugehörigen mittleren Hochwasser verglichen, besitzen diese Grenzwerthe nämlich die in der folgenden Tabelle verzeichnete Größe, wobei das Zeichen + eine Lage über dem betreffenden mittleren Hochwässer, das Zeichen — eine solche unter demselben bedeutet:

		N.-Berun m	Warschau m	Mittel daraus m
1831/55 (N.-Berun nur 1833/55)	I.	+ 0,34	+ 0,75	+ 0,54
	II.	— 0,16	+ 0,05	— 0,06
	III.	— 0,56	— 0,25	— 0,41
1856/80	I.	+ 0,62	+ 0,97	+ 0,80
	II.	+ 0,12	+ 0,27	+ 0,20
	III.	— 0,28	— 0,03	— 0,15
1881/95	I.	+ 0,33	+ 0,53	+ 0,43
	II.	— 0,17	— 0,17	— 0,17
	III.	— 0,57	— 0,47	— 0,52

Beispielsweise ist also bei N.-Berun der Grenzwerth für die Hochwasser I. Ordnung um 0,34 m höher, als das mittlere Hochwasser der Jahre 1833/55; für die nächsten 25 Jahre steigt dieser Unterschied in Folge geringerer Hochwassererscheinungen und eines dadurch bedingten geringeren Werthes für MHW dann auf 0,62 m, während er sich in Folge eines Anwachsens der Hochwassererscheinungen im letzten Zeitraume wieder auf 0,33 m vermindert. Bei Warschau ändern die Unterschiede sich in ähnlichem Sinne. Ein glücklicher Zufall fügt es nun, daß die mittlere Jahresschwankung des Wasserstandes bei Krakau ungefähr dem Mittelwerth aus derjenigen bei N.-Berun und bei Warschau gleich ist (N.-Berun 3,10 m, Krakau 3,59 m, Warschau 3,97 m). Man darf also vertrauen, für Krakau zu passenden Grenzwerthen zu gelangen, wenn man denselben die gleiche Lage zu dem ihnen zeitlich entsprechenden mittleren Hochwasser zuweist, wie sie sich im Mittel aus den beiden anderen Pegelstellen ergiebt. Da das mittlere Hochwasser der Zeiträume 1831/55, 1856/80 und 1881/95 bei Krakau die Beträge 3,42 m, 2,66 m und 2,44 m besitzt, so ergeben die gesuchten maßgebenden Grenzwerthe hiernach folgende, bei der weiteren Verwendung auf volle Dezimeter abgerundete Zahlen:

Hochwasser	1831/55 m	1856/80 m	1881/95 m
I. Ordnung . .	3,96	3,46	2,87
II. Ordnung . .	3,36	2,86	2,27
III. Ordnung . .	3,01	2,51	1,92

Für die Zeit 1881/95 ist also jeder Grenzwerth genau oder doch ziemlich genau um 1,10 m niedriger, als für die ersten 25 Jahre. Dem könnte entgegengehalten werden, daß nach einer Bemerkung auf S. 241 unbeschadet der allgemeinen Senkung des Wasserspiegels auch neuerdings noch ebenso hohe Wasserstände auftreten, als früher, was dafür spreche, wenigstens für die Hochwasser erster Ordnung ein und dieselbe Festsetzung für den ganzen Zeitraum festzuhalten. Allein die für den Zeitraum 1831/55 ermittelte Pegelhöhe von 4,0 m würde hierzu doch nicht geeignet sein; denn erst die spätere Ermäßigung dieser Höhe hat die Wirkung, daß die Zahl der Hochwasser erster Ordnung sich, soweit man nur den Sommer betrachtet, um drei Fälle, nämlich um die Hochwasser vom August 1872, vom Juli 1885 und vom Juni 1894 vermehrt, deren Einbeziehung unerläßlich erscheint. Am deutlichsten geht dies durch eine Vergleichung mit der Pegelstelle Jagodniki hervor, bei welcher erhebliche Aenderungen in der durchschnittlichen Höhe des Wasserspiegels nicht erfolgt sind, also die Grenzen für die Hochwasser verschiedener Ordnung sich ohne Weiteres aus der bloßen Häufigkeit der Wasserstände bestimmen lassen. Hierbei erweisen sich aber für die in Frage kommende Strecke der Oberen Weichsel genau dieselben Fälle als Hochwasser erster Ordnung, die sich auch nach den oben angegebenen Grenzwerthen für die Pegelstelle Krakau als solche herausstellen. Auch die beiden anderen Grenzwerthe (II und III) erfahren hierbei eine willkommene Bestätigung; denn abgesehen davon, daß einige Hochfluthen an der einen Pegelstelle als solche von zweiter, an der anderen als solche von dritter Ordnung erscheinen, besteht die ganze Abweichung darin, daß nach der Reihe für Jagodniki sich zwei Hochwasser

dritter Ordnung (Juni und August 1893) mehr ergeben würden. Bei den Schmelzwasserfluthen bestehen naturgemäß mehr Abweichungen, die hauptsächlich durch die Eisverhältnisse bedingt sind.

Nach diesen Vorbemerkungen seien nunmehr zunächst die Hochwasser erster Ordnung ihrer zeitlichen Folge nach aufgezählt. Wir kennzeichnen dieselben in der Tabelle durch fetten Druck und fügen, wenn die Hochfluth nicht überall von erster Ordnung war, in gewöhnlicher Schrift die Höhe bei, die es an den übrigen Pegelstellen erreichte. Nur in dem Falle, daß diese nicht einmal der untersten Hochwassergrenze gleich kommt, ist diese Angabe unterlassen, während

Jahr und Monat	N.-Berun (1833/96)	Krakau (1831/96)	Warschau (1831/96)
	Höhe und Tag	Höhe und Tag	Höhe und Tag
a) Sommer.			
1833 September . .	**4,71 m 16.**	3,58 m 17.	—
1837 Mai	3,22 „ 7.	3,27 „ 7.	**5,14 m 11.**
1839 August . . .	**4,39 „ 25.**	**4,19 „ 24.**	**5,95 „ 28.**
1844 Juli	3,53 „ 24.	**4,24 „ 25.**	**6,55 „ 27.**
1845 Juli	**4,34 „ 20.**	**4,48 „ 21.**	**5,64 „ 25.**
1847 Juni	**4,55 „ 14., 15.**	**4,24 „ 15., 16.**	—
1847 Oktober . . .	**4,03 „ 28.**	3,77 „ 30.	—
1849 August . . .	3,92 „ 26.	**4,01 „ 25.**	—
1854 August . . .	**4,50 „ 21.**	3,45 „ 22.	—
1855 August . . .	**4,55 „ 15.**	—	—
1867 Juli	—	2,63 „ 10.	**5,92 „ 14.**
1871 August . . .	**4,32 „ 7.**	—	—
1872 August . . .	3,94 „ 21.	**3,56 „ 22.**	4,27 „ 25.
1874 Mai	—	2,53 „ 21.	**5,38 „ 23.**
1877 Mai	**4,18 „ 24.**	3,18 „ 25.	4,42 „ 25.
1884 Juni	**4,55 „ 22.**	**4,10 „ 22.**	**5,62 „ 23.**
1885 Juli	3,56 „ 10.	**2,90 „ 9.**	—
1891 Juli	**4,60 „ 15.**	2,10 „ 3.	—
1894 Juni	**4,50 „ 19.**	**3,40 „ 18.**	4,85 „ 21.
b) Winter.			
1838 März	3,61 m 7.	3,48 m 6.	**5,47 m 13.**
1841 März	—	—	**5,18 „ 25.**
1845 März/April . .	**4,08 „ 30.**	3,93 „ 30.	**5,23 „ 4.**
1853 April . . .	3,61 „ 10.	3,37 „ 11.	**5,23 „ 13.**
	—	—	**5,11 „ 29.**
1854 März	**4,08 „ 12.**	3,85 „ 13.	**5,42 „ 15.**
1855 März . . .	**4,00 „ 8.**	—	—
	—	—	**5,26 „ 26.**
1860 März/April . .	3,14 „ 26.	2,53 „ 1.	**5,42 „ 6.**
1871 Februar . . .	3,77 „ 22.	3,00 „ 21.	**5,18 „ 28.**
1876 Februar . . .	**4,38 „ 21.**	**3,63 „ 21.**	4,52 „ 27.
1888 März . . .	3,80 „ 12.	**4,32 „ 11.**	**5,23 „ 15.**
	—	—	**5,45 „ 23.**
1889 März	—	—	**5,50 „ 25.**
1891 März	**4,18 „ 8.**	2,30 „ 9.	**5,76 „ 11.**

der leichteren Uebersicht wegen die Angaben für die Hochwasser zweiter Ordnung unterstrichen sind. Die Tabelle enthält also alle Hochwasser, die mindestens an einer der Pegelstellen von erster Ordnung waren und läßt zugleich ersehen, welche Höhe sie an den übrigen Stellen besaßen.

3. Häufigkeit der Hochfluthen.

Nach dem Verzeichniß ergeben sich im Ganzen 19 Sommer- und 15 Winterhochwasser dieser Art. Zur weiteren Rechtfertigung der für Krakau zu Grunde gelegten Abgrenzung sei darauf hingewiesen, daß in dem Verzeichniß für den Sommer kein Hochwasser vorkommt, das bei N.-Berun und Warschau zugleich von erster Ordnung gewesen wäre, ohne es auch bei Krakau zu sein. Im Winterhalbjahr sind solche Fälle mehrfach vorgekommen; doch können dieselben zu Bedenken wohl kaum Anlaß geben, da bei den mit Eisgang verbundenen Hochwassern ja auch nicht annähernd dieselbe Regelmäßigkeit der Fortpflanzung der Fluthwellen zu erwarten ist wie bei den sommerlichen Anschwellungen.

Die Aufeinanderfolge der Hochwasser ist, wie die Tabelle zeigt, recht ungleichmäßig. So würde z. B. die durchschnittliche Vertheilung der Sommerhochwasser die sein, daß in je sieben Jahren etwa zwei Fälle zu zählen wären. Statt dessen gehören den sechs Jahren 1844/49 allein schon fünf Fälle an, und unter diesen besitzen zwei noch dazu ein ganz besonderes Gewicht; denn das Hochwasser vom Juli 1845 rechnet an allen drei Pegelstellen zu denen von erster Ordnung; das Hochwasser vom Juli des vorangegangenen Jahres aber war in der Kleinen Weichsel wohl etwas weniger bedeutend, übertraf dafür aber in der russischen Weichsel sogar dasjenige vom August 1813 bedeutend, obschon dies unter den Sommerhochwassern dieses Jahrhunderts eine ganz hervorragende Stellung einnimmt.

Auffallend verschont von größeren Sommerhochwassern blieben, ganz ähnlich wie im Odergebiet, die Jahre 1856/70; denn nur die Hochfluth vom Juli 1867, die ihre Höhe hauptsächlich durch den Dunajec und den San erreichte, ist innerhalb dieser Zeit als eine solche von erster Ordnung (von der Sanmündung ab) zu erwähnen. Daß in den 26 Jahren 1871/96 im Ganzen acht Fälle vorkamen, entspricht ungefähr dem Durchschnitt.

Nimmt man auch die Hochwasser geringerer Ordnung in ganz entsprechender Weise hinzu, indem man also ein jedes auch dann wieder nur einfach zählt, wenn es nicht nur an einer Pegelstelle die Hochwassergrenze erreichte, so steigt die Gesammtzahl der Einzelfälle auf 61, also auf durchschnittlich nahezu eine Hochfluth in jedem Sommer. Die Häufigkeit derselben von fünf zu fünf Jahren ist folgende:

1831/35	36/40	41/45	46/50	51/55	56/60	61/65
1	7	8	6	7	2	2
1866/70	71/75	76/80	81/85	86/90	91/95	96
1	4	5	7	5	5	1

Als besonders hochwasserreich erweist sich bei noch genauerer Abgrenzung der die oben angeführten Jahre 1844/49 umfassende Zeitraum 1839/55 (mit insgesammt 29 Einzelfällen oder etwa 80% über dem Durchschnitt); eine besondere Seltenheit zeigen die Hochfluthen auch bei dieser Art der Zusammenfassung während der Jahre 1856/70, die mit insgesammt nur fünf Fällen um mehr als 60% unter dem Durchschnitt bleiben, während die übrigen Jahre dann, wie schon erwähnt ist, den Durchschnittswerth wieder ziemlich genau innehalten.

Für die Art und Weise, wie Gebirgs- und Flachland auf den Abflußvorgang des Stromes einwirken, ist es ungemein bezeichnend, daß, wenn man die drei Pegelstellen, wie es unten noch näher geschieht, unter einander vergleicht, Warschau die kleinste Zahl von Sommerhochwassern, dagegen die größte Zahl von Winterhochwassern erster Ordnung besitzt. Das Hochwasser vom Februar 1876 stellt unter den in der Tabelle überhaupt verzeichneten Winterhochwassern erster Ordnung den einzigen Fall dar, in welchem die Anschwellung bei Warschau unter der entsprechenden Höhe blieb. Im Ganzen hatte Warschau seit 1831 in elf Jahren Winterhochwasser von erster Ordnung, und zwar mit einer Ausnahme, bei welcher der Wellenscheitel schon am letzten Tage des Februar eintrat (1871), und einer anderen, bei welcher dies erst Ende April geschah (1853), stets im März oder in der ersten Hälfte des April. Unter jenen elf Jahren befinden sich drei auf einander folgende (1853/55), und diese gehören wieder der mit 1855 abschließenden hochwasserreichen Zeit an. Sonst fand eine derartige Aufeinanderfolge nur noch 1888/89 statt.

Unter Einbeziehung der Schmelzwasserfluthen geringerer Ordnung steigt die Zahl der Fälle auf 65, so daß auch auf jeden Winter ziemlich genau ein Hochwasser kommt. In den Antheilzahlen der einzelnen fünfjährigen Zeiträume treten bezüglich der winterlichen Anschwellungen gleichfalls einige bemerkenswerthe Gruppen hervor:

1831/35	36/40	41/45	46/50	51/55	56/60	61/65
4	6	6	7	6	7	3
1866/70	71/75	76/80	81/85	86/90	91/95	96
3	5	6	1	8	3	—

So zeigt sich ein Ueberschuß wieder in den Jahren 41/50, ein ebenso großer allerdings auch während des folgenden Jahrzehntes, was mit der Häufigkeit der Sommerhochfluthen nicht übereinstimmt. Wiederum ist es dagegen das Jahrzehnt 1861/70, das durch entsprechend geringere Werthe theilweise einen Ausgleich herbeiführt. Bemerkenswerth sind außerdem namentlich noch die Winter 1882/91, da die ersten vier derselben ganz hochwasserfrei blieben, während die Frühjahre 1888, 1889 und 1891 dann um so gewaltigere Hochfluthen brachten.

Vereinigt man, was hier nicht noch besonders durchgeführt ist, die Zahlen für beide Halbjahre mit einander, so tritt im Einklang mit dem so eben Ausgeführten namentlich die hohe Gesammtzahl für die 20 Jahre 1836/55 (53) und die den Ueberschuß fast völlig wieder ausgleichende geringe Zahl für das Jahrzehnt 1861/70 (9) aus dem allgemeinen Rahmen heraus.

Schließlich sei noch bemerkt, daß nach den Ergebnissen der auf S. 483 mitgetheilten Betrachtung an einem oberhalb der deutschen Reichsgrenze gelegenen Punkte des Weichselstroms in 100 Jahren durchschnittlich etwa 110 Hochfluthen auftreten, hiervon 24 erster, 41 zweiter und 45 dritter Ordnung. Ein Hochwasser erster Ordnung bildet sich also etwa alle vier Jahre aus.

4. Jahreszeitliche Vertheilung der Hochfluthen.

Wenden wir uns der völlig anders gearteten Frage zu, wie sich die Hochwassererscheinungen in den verschiedenen Stromstrecken während des Kreislaufes des Jahres wandeln, so ist es naturgemäß geboten, jeden Fall eines Hochwassers bei der betreffenden Pegelstelle ganz unabhängig davon in Rechnung zu stellen, welche Höhe die betrachtete Anschwellung in den anderen Hauptstrecken des Stromes erlangte. Ein Hochwasser, das sowohl bei N.-Berun, wie auch bei Krakau und Warschau auftrat, wird hierbei also auch an jeder dieser Pegelstellen für sich besonders gezählt. Die mit den früheren nicht vergleichbaren Zahlen für die Häufigkeit der Hochwasser, die sich auf diese Weise ergeben, sind in der beigefügten Tabelle zusammengestellt. In derselben finden wir, um mit einer der ausdruckvollsten Vergleichungen zu beginnen, bei N.-Berun sechs, bei Krakau zwei, bei Warschau aber zwölf Winterhochwasser erster Ordnung. So

Vertheilung der Hochfluthen		November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
N.-Berun 1833/96	I.	—	—	—	2	4	—	1	3	2	4	1	1	6	12	18
	II.	—	1	—	3	4	3	5	3	5	6	1	—	11	20	31
	III.	—	4	7	3	4	3	3	3	1	5	2	1	21	15	36
	zusammen	—	5	7	8	**12**	6	9	9	8	**15**	4	2	38	47	85
Krakau 1831/96	I.	—	—	—	1	1	—	—	3	3	3	—	—	2	9	11
	II.	—	1	5	3	7	—	3	3	1	3	1	1	16	12	28
	III.	2	3	4	4	5	4	7	—	5	6	1	—	22	19	41
	zusammen	2	4	9	8	**13**	4	10	6	9	**12**	2	1	40	40	80
Warschau 1831/96	I.	—	—	—	1	7	4	2	1	3	1	—	—	12	7	19
	II.	—	—	1	1	9	3	1	3	—	4	—	—	14	8	22
	III.	—	—	1	2	2	4	1	—	1	2	—	—	9	4	13
	zusammen	—	—	2	4	**18**	11	4	4	4	**7**	—	—	35	19	54
Durchschn. Anzahl in 100 Jahren an einer Beobachtungsstelle	I.	—	—	—	2	**6**	2	1,5	3,5	4	**4**	0,5	0,5	10	14	24
	II.	—	1	3	3,5	**10**	3	4,5	4,5	3	**6,5**	1	0,5	20,5	20	40,5
	III.	1	3,5	6	4,5	**5,5**	5,5	5,5	1,5	3,5	**6,5**	1,5	0,5	26	19	45
	zusammen	1	4,5	9	10	**21,5**	10,5	11,5	9,5	10,5	**17**	3	1,5	56,5	53	109,5

bedeutend ist die Einwirkung des Flachlands! Nicht ganz in demselben Verhältniß macht sich das damit zusammenhängende Zurücktreten der sommerlichen Hochwassererscheinungen geltend. Denn für diese kommen, so lange man sich auf die Fälle erster Ordnung beschränkt, die Zahlen für Krakau und Warschau einander ziemlich nahe und nur N.-Berun, wo die Wasserstandsbewegung für den Abflußvorgang des Stromes noch wenig maßgebend ist, hat eine etwas größere Zahl. Wenn man die Hochwasser untergeordneteren Grades mit berücksichtigt, so tritt die Wandlung, die in dem Abflußvorgang des Stromes vor sich geht, in etwas anderer Weise zu Tage. Denn alsdann sind es gerade die winterlichen Hochwasser, die an den drei Pegelstellen in ziemlich gleicher Zahl auftreten, während in der Zahl der Sommeranschwellungen bei Warschau eine Verminderung auf weniger als die Hälfte erfolgt. Mäßig hohe Anschwellungen kommen also bei N.-Berun und Krakau in den Monaten des Eisgangs und der Schneeschmelze ungefähr gleich oft vor wie bei Warschau; nur die Erhebung zu einem ganz großen Hochwasser ist an der Kleinen und Oberen Weichsel um diese Jahreszeit ungleich seltener. Die sommerlichen Anschwellungen zeigen dagegen nach Höhe und Häufigkeit in der russischen Weichsel eine sehr bedeutende Abnahme. Denn Warschau hat in dieser Jahreshälfte insgesamt noch nicht ganz ebenso viele Hochwasser, wie bei Krakau von erster oder zweiter Ordnung sind. Viele mäßig hohe Sommeranschwellungen, die bei Krakau noch in die Klasse der Hochwasser fallen, bleiben also bereits, ehe sie die Narewmündung erreichen, unter der Hochwassergrenze. Die Zahl dieser Fälle ist sogar noch größer, als man nach der Tabelle vermuthen könnte, da manche Hochwasser ja erst durch den Dunajec und die östlicheren Nebenflüsse erzeugt, also erst bei Warschau bemerkt werden, und diese Fälle würden auszuscheiden sein, wenn man einen genauen Zahlenwerth dafür angeben wollte, wie viele Anschwellungen auf dem Wege von Krakau nach Warschau unter die Hochwassergrenze sinken.

Zu denselben Ergebnissen wird man geführt, wenn man für jede der Pegelstellen beide Jahreshälften mit einander vergleicht. Ganz wie es dem mittleren Hochwasser der beiden Jahreshälften und der Vertheilung der Jahreshöchststände auf dieselben entspricht, haben N.-Berun und Krakau im Sommer und Winter ungefähr die gleiche Zahl von Hochfluthen, während bei Warschau die winterliche Anzahl fast doppelt so groß ist. Zwischen den Hochfluthen verschiedener Ordnung bestehen hierbei aber tiefgehende Verschiedenheiten. Denn N.-Berun hatte eine Hochfluth erster Ordnung im Sommer doppelt so oft wie im Winter, und bei Krakau stehen den zwei Winterhochwassern dieser Ordnung gar neun sommerliche gegenüber. Bei Warschau fällt die Mehrzahl der größten Hochwasser dagegen dem Winter zu. In der Zahl der Hochwasser zweiter Ordnung kommen beide Halbjahre einander wesentlich näher, und bei denen dritter Ordnung überwiegt bereits bei N.-Berun der Winter. Ungeachtet dieser Verschiedenheiten zeigt sich jedoch an allen drei Pegelstellen die übereinstimmende Erscheinung, daß, wenn es überhaupt einmal zu einer Anschwellung von der hier betrachteten Mindesthöhe kommt, die höchsten Pegelhöhen im Sommer verhältnißmäßig häufiger als im Winter erstiegen werden. Denn von allen Hochwassern, die in der Jahreshälfte vorkamen, waren solche von erster

Ordnung im Sommer bei N.-Berun 26 %, bei Krakau 22,5 %, bei Warschau 37 %, im Winter aber bei N.-Berun nur 16 %, bei Krakau gar nur 5 %, bei Warschau endlich 34 %. Am ausgeprägtesten ist der Unterschied zwischen beiden Halbjahren also bei Krakau, wo sich die Einwirkung des Gebirges ja auch sonst in besonders hohem Grade geltend macht.

Betrachtet man die einzelnen Monate, so geht aus der Tabelle auf das Klarste hervor, daß die Hochwassererscheinungen in der Uebergangszeit von September bis Dezember außerordentlich zurücktreten. Wenn man z. B., worauf wir unten noch näher zurückkommen, alle Fälle schließlich zusammenzählt, so kommt auf das bezeichnete Jahresdrittel noch nicht der zehnte Theil derselben. Und diese wenigen Fälle umfassen meist auch nur Hochwasser geringeren Grades. Denn nur bei N.-Berun sind in dieser Jahreszeit Hochfluthen erster Ordnung vorgekommen, und zwar je eine im September und im Oktober; die September-Hochfluth brachte den seit 1833 beobachteten Höchststand. Der November war fast schlechthin hochwasserfrei; denn für ihn enthält die Zusammenstellung nur zwei Hochwasser dritter Ordnung bei Krakau. Mit den obigen Ausführungen über die Auslöschung der geringeren Hochwasser in der russischen Weichsel stimmt es ganz überein, daß unter den meist mäßigen Anschwellungen der augenblicklich betrachteten Herbst- und Vorwintermonate bei Warschau nicht eine einzige die Hochwassergrenze erstieg. Unter den Hochwassern des Winters fällt naturgemäß dem März ein besonders hoher Bruchtheil zu; nur diejenigen dritter Ordnung sind an der Pegelstelle Warschau erst im April am zahlreichsten, was durch den oft mit Frühjahrsregen verbundenen Nachschub von Schmelzwasser zu erklären ist.

Bei Zusammenzählung der Hochwasser aller drei Pegelstellen zeigt sich ferner, daß im ersten und letzten Drittel des Monats März je etwa doppelt so viele Anschwellungen bis zur Hochwassergrenze auftraten, als im mittleren Drittel. Freilich wird man hierbei auf eine spätere Ausgleichung gefaßt sein müssen. Dagegen machen die klimatischen Verhältnisse es ohne Weiteres verständlich, daß die ersten zehn Tage des April doppelt so viele Hochwasser auf sich vereinigen, als der Rest des Monats.

Im Sommerhalbjahr überragt der August alle übrigen Monate durch die Zahl der Hochfluthen, und zwar sowohl wenn man für jede einzelne Pegelstelle die Gesammtzahl derselben feststellt, als auch wenn man für die verschiedenen Pegelstellen die Hochwasser erster, zweiter und dritter Ordnung für sich zusammenrechnet. Gleichwohl kann dies eine Eigenthümlichkeit des zu Grunde liegenden Zeitraums sein, wie ähnliche Zufälligkeiten ja in den früheren Kapiteln auch bezüglich des mittleren Hochwassers der einzelnen Monate mit Sicherheit festzustellen waren. Einen noch schwankenderen Boden betritt, wer noch kleinere Abschnitte des Sommers als von Hochwassern besonders gefährdet erkennen will. Beschränken wir unsere Betrachtung zunächst auf die Hochfluthen erster Ordnung, so stößt man allerdings auf die bemerkenswerthe Erscheinung, daß von den 19 auf S. 477 verzeichneten Fällen, die sich doch über den ganzen Sommer vertheilen, nicht weniger als vier dem letzten Drittel des August angehören, und hierzu gesellt sich außerdem noch das große Hochwasser des Jahres 1813, das

ebenfalls Ende August auftrat. Der bekannteste Kalenderheilige dieser Zeit ist Bartholomäus (am 24.); doch weiß der Volksmund, so weit etwas darüber bekannt geworden ist, nichts von besonderen Bartholomäi-Hochfluthen. Dagegen ist in dem die Weichsel behandelnden Artikel des geographischen Lexikons für die polnischen Lande davon die Rede, daß die Ueberschwemmungen, welche im Juni und Juli einträten, als Johannis- und Jacobi-Hochwasser bezeichnet würden. Auch von Dominikfluthen spricht das Volk. Jedoch macht sich eine Häufung der Hochwasser weder um den 24. Juni, noch etwa um den 25. Juli oder den 5. August bemerkbar, ebenso wie sie auch für das letzte Drittel des letzteren Monats nicht bestehen bleibt, wenn man die Betrachtung auf die Fluthwellen geringerer Ordnung ausdehnt. Jene Bezeichnungen sind also wohl so zu verstehen, daß sich an die angegebenen Namen nur ganz ungefähr zutreffende Zeitvorstellungen knüpfen, aus denen Rückschlüsse kaum zu ziehen sind.

Die Beobachtungsreihen, aus denen die Tabelle auf S. 480 abgeleitet ist, umfassen in dem Zeitraum 1831/96 fast genau zwei Drittel eines Jahrhunderts. Bei N.-Berun fehlen freilich die ersten Jahre; da diese aber bei Krakau, wie bei Warschau hochwasserfrei waren, so darf man für die folgende Betrachtung das Gleiche auch betreffs N.-Berun voraussetzen. Wenn man die gleichartigen Zahlen für die drei Pegelstellen addirt, so findet man hiernach dieselbe Zahl von Hochwassern, wie sie sich ergeben würde, wenn die Häufigkeit der letzteren an jeder der drei Stellen die gleiche wäre und von irgend einer derselben eine zweihundertjährige Beobachtungsreihe vorläge. Nimmt man von jenen Zahlen dann noch die Hälfte, so erhält man also die durchschnittliche Anzahl der Hochfluthen in 100 Jahren. Allerdings beziehen sich diese Durchschnittszahlen nicht auf einen bestimmten, wirklichen Punkt des Stromes, sondern gewissermaßen auf eine ideale Strecke desselben, deren Hochwassererscheinungen einen Mittelwerth aus den diesbezüglichen Verhältnissen der Kleinen, Oberen und Mittleren Weichsel darstellen. In 100 Jahren treten, so verstanden, an einem oberhalb der deutschen Reichsgrenze gelegenen Punkte des Weichselstromes hiernach durchschnittlich etwa 110 Hochfluthen auf, und zwar im Sommer nahezu ebenso viel wie im Winter. Nahezu ein Fünftel aller gehört dem März an, dem der August mit 17 Hochwassern in 100 Jahren am nächsten kommt. Ein deutlicher Mindestwerth zeigt sich zwischen diesen Höchstzahlen nicht; wohl aber bringt, wie schon in früheren Kapiteln erwähnt, der Herbst und Vorwinter einen solchen.

II. Sommerhochfluthen.

Den sichersten Weg zu einer Einsicht in die Eigenthümlichkeiten, welche den Verlauf der Hochfluthen beider Jahreshälften kennzeichnen, eröffnet zweifellos die eingehendere Betrachtung besonders lehrreicher Einzelfälle. Unter diesen dürfen im vorliegenden Kapitel aber wohl diejenigen die Aufmerksamkeit in erster Linie in Anspruch nehmen, die in allen hier betrachteten Strecken des Stromes als Hochwasser erster Ordnung aufgetreten sind. Nach dem Verzeichniß auf S. 477 gilt dies für das Sommerhalbjahr nur von den Hochfluthen im August

1839, im Juli 1845 und im Juni 1884. Die Beschreibung möge mit letzterer beginnen, da sie die einzige ist, für welche auch die Wasserstände der wichtigsten Nebenflüsse bekannt sind. In den Kartenbeilagen dieses Werkes ist eine bildliche Darstellung der Anschwellung der verschiedenen Gewässer gegeben.

1. Hochfluth vom Juni 1884.

Auch auf das Gebiet des Oderstromes erstreckte sich dieses Hochwasser, und zwar brachte es, wie aus dem Tabellenbande des Oderwerks hervorgeht, den Strom bis zum Bober hin zum Ausufern. Das Gebiet des letzteren wurde dagegen, ebenso wie schon das der Glatzer Neisse, von den Regenfällen nicht mehr in bemerkenswertherem Maße betroffen, wie denn auch in den Zusammenstellungen des Oderwerks (Bd. III S. 467 und S. 615) für Glatzer Neisse und Bober ein größeres Hochwasser vom Juni 1884 nicht aufgeführt ist.

Die Regenmengen waren gewaltig. Nachdem schon der Mai mit Nässe nicht sparsam gewesen war, ohne daß sich jedoch in den Flüssen schon ungewöhnliche Wasserstände entwickelt hätten, regnete es im Juni nach den Sprawozdanie komisyi fizyjograficznej (Krakau 1885) in folgender Stärke:

Ort	Höhenlage + m	Gebiet	Regenmengen (mm) 1.–17.	18.	19.	20.	21.	22.–25.
Bielitz	344	Kleine Weichsel	89,5	35,4	71,8	51,5	—	17,4
Saybusch . . .	345	Sola	129,7	50,6	82,5	31,5	—	15,8
Wadowice . .	268	Skawa	72,0	16,4	12,0	13,8	3,4	20,1
Krakau	220	Obere Weichsel	42,6	31,3	27,9	16,8	26,7	12,5
Wjeliczka . . .	257	Obere Weichsel	43,8	67,6	31,3	28,5	3,1	6,8
Jodlownik . .	326	Raba	44,7	45,9	81,7	46,0	20,9	26,5
Bochnia . . .	213	Raba	46,7	75,2	76,2	22,2	44,3	26,6
Poronin . . .	742	Dunajec	90,7	52,7	77,3	43,3	10,5	23,1
Szczawnica . .	481	Dunajec	49,0	13,1	55,9	31,2	10,4	35,8
Krynica . . .	575	Dunajec	65,6	17,2	54,5	52,8	33,2	25,9
N.-Sandec . .	298	Dunajec	59,9	11,4	58,8	45,5	51,0	36,9
Tarnuw . . .	210	Dunajec	76,3	13,5	28,4	10,8	0,9	19,4
Uscje-jesuickje .	179	Obere Weichsel	54,2	70,0	11,5	17,1	17,4	17,5
Kolaczyce . . .	235	Wisloka	50,3	67,4	65,2	26,5	7,0	17,8
Pilzno	234	Wisloka	15,9	59,0	48,1	20,5	2,5	13,2
Dobrzechuw . .	243	Wislok	36,5	30,9	64,2	34,5	34,1	13,8
Starawjes . .	297	Wislok	65,9	40,2	80,0	18,0	35,7	12,5
Rzeszuw . . .	212	Wislok	50,5	30,8	70,0	14,7	20,6	12,9
Smolnik . . .	525	San	92,6	16,5	37,4	17,4	19,8	17,1
Jaroslau . . .	204	San	32,8	55,0	30,0	7,0	10,0	9,1

Die Zeitangaben sind dabei wahrscheinlich so zu verstehen, daß die einzelnen Mengen in der Hauptsache auch immer an demjenigen Tage fielen, zu dem sie verzeichnet sind. Volle Sicherheit läßt sich leider betreffs dieses wichtigen Punktes nicht gewinnen. Manche Anzeichen deuten sogar darauf, daß nicht an sämmtlichen Beobachtungstellen gleichmäßig verfahren ist; meist scheint jedoch zu einer

Nachmittags= oder Abendstunde gemessen und die Menge, wie erwähnt, dem Tage der Messung zugeschrieben worden zu sein. Für Krakau z. B. sind in den Wetterberichten der Deutschen Seewarte die Regenhöhen von einem Morgen zum andern mitgetheilt, und die Reihe dieser ganz anderen Zahlen, die sich auch auf einen anderen Beobachtungspunkt beziehen, überschneidet sich mit den in unserer Tabelle enthaltenen in einer solchen Weise, daß nur unsere obige Annahme eine Erklärung dafür bietet. Durch Vergleichung mit anderen Quellenwerken, die außer den Monatssummen des Regens indessen nur die höchste 24=stündige Menge desselben enthalten und deshalb in der Tabelle nicht berücksichtigt sind, ließ sich ferner mit ziemlicher Sicherheit feststellen, daß die Zahlen für Bielitz und wohl auch die für Saybusch immer von einem Morgen zum nächsten gerechnet und in den oben genannten Sprawozdanje dem Tage der Messung zugeschrieben sind. Zur Erzielung besserer Uebereinstimmung haben wir sie in unserer Tabelle deshalb um einen Tag zurückversetzt, so daß also z. B. die Zahlen für den 19. bei diesen Beobachtungsstellen wahrscheinlich den Regenfall von der Frühe des 19. bis zur Frühe des 20. anzeigen. Die fraglichen Zahlen stimmen nunmehr auch gut mit der Angabe auf S. 39 des Tabellenbandes, wonach die höchste bei Weichsel beobachtete Tagesmenge im Betrage von 140 mm ebenfalls dem 19. Juni 1884 zugeschrieben ist. An anderer Stelle wird diese Menge unter demselben Datum auf 116 mm angegeben; doch bezieht sich letztere Zahl auf eine andere Beobachtungstelle. Auch im rechtsseitigen Quellgebiete der Oder (Ostrawitza und Olsa) brachte, in der zuletzt erläuterten Weise verstanden, der 19. den stärksten Regen, und zwar im Betrage von rund 60 bis 100 mm.

Die Regenfälle traten wieder im Gefolge derselben Luftdruckvertheilung auf, die schon so oft für die Nachbarströme Elbe, Oder und Weichsel, wie auch für die Donau verderblich wurde und darin besteht, daß der Druck im Westen höher, im Osten geringer ist und das gefährdete Gebirgsland der Uebergangszone zwischen beiden Witterungsbereichen angehört. Schon am 12. legte sich ein Gebiet hohen Druckes von den britischen Inseln und dem Kanal aus über Zentraleuropa, das in seiner Wechselwirkung mit dem niedrigeren Drucke im Osten etwa vom 15. ab andauernd eine feuchte nordwestliche Luftströmung über Deutschland und dem nördlichen Oesterreich unterhielt. Die Druckunterschiede hatten sich indessen zuletzt derartig ausgeglichen, daß die Wetterkarte für den Morgen des 18. Juni so geringfügige Unterschiede des Druckes zeigt, wie sie selbst im Sommer zu den Seltenheiten gehören. Gehen wir z. B. ungefähr auf dem Breitenkreise der Stadt Krakau von Westen nach Osten, so finden wir folgende Beträge des Luftdruckes: Scilly 767,1 mm; Wiesbaden 763,1 mm; Prag 760,3 mm; Krakau 756,8 mm; Lemberg 752,7 mm; Kijew 750,4 mm. Die Linien gleichen Druckes verlaufen dabei in dem ganzen Gebiet, das hier in Frage kommt, in nord=südlicher Richtung, so daß immer neue Luftmassen vom nördlichen Meere herbeigezogen werden, die (den geringen Druckunterschieden gemäß) mit geringer Geschwindigkeit über das Festland hinwegstreichen und hier immer neue Regenfälle verursachen. Eine plötzliche, wenn auch durchaus nicht sonderlich erhebliche Verstärkung der Luftdruckunterschiede scheint es gewesen zu sein, die nun das Unwetter in voller Stärke losbrechen ließ. Denn am Morgen des

folgenden Tages hat einerseits das westliche Hochdruckgebiet einen zungenförmigen Vorstoß nach Böhmen hinein ausgeführt, der z. B. den Luftdruck bei Prag um 2,9 mm vermehrt hat; andererseits ist im Osten der Luftdruck gesunken, bei Krakau z. B. um 1,7 mm. Demgemäß hat auch der Wind allenthalben aufgefrischt; bei Breslau z. B. weht er mit der Stärke 6 (der 12=theiligen Skala) aus Nordwest, während der Westnordwest vom Morgen zuvor nur die Stärke 3 zeigte. Mit der sich mehrenden Zufuhr wasserdampfreicher Luft muß sich in solchem Falle aber auch der Niederschlag mehren. Denn die Luftmassen, die über das Flachland Schlesiens und die Schlesisch=polnische Platte hinweg dem Kamme der Beskiden und der Karpathen zuströmen, werden mit der Annäherung an das hohe Gebirge zu einem immer beträchtlicheren Aufstieg, also auch zu einer immer beträchtlicheren Ausdehnung und Abkühlung gezwungen, die schon das Vorland des Gebirges, besonders aber letzteres selbst mit einem guten Theil des von der See herbeigetragenen Wassers überschüttet. So verzeichnet der Bericht der Seewarte denn auch bei Krakau für die Zeit vom Morgen des 18. zum Morgen des 19. eine Regenhöhe von 44 mm, während dieselbe in den 24 Stunden zuvor nur 3 mm betragen hatte. Das Gebirge wurde, wie aus den obigen Darlegungen hervorgeht, von dieser Einwirkung der lebhafteren Luftströmung erst etwas später erreicht. Ein Band größten Niederschlages drang also vom Weichselthale aus gen Süden zum Kamme des Gebirges hin vor, wobei sich auch einige zeitliche Verschiedenheit in der Anfüllung der westlichen und der östlichen Flüsse geltend macht, und zwar hatten letztere, namentlich die Wisloka, den Hauptregenfall wohl etwas früher. Doch allzu bedeutend kann der Unterschied nicht gewesen sein; und hierin liegt das Eigenartige dieses Falles, daß alle galizischen Gebirgsflüsse in eine ziemlich gleichzeitige und zwar verhältnißmäßig auch gleich starke Erregung geriethen, so daß die auf der Gliederung des Gewässernetzes beruhenden Verschiedenheiten ihrer Einwirkungsweise auf den Verlauf der Fluthwellen ziemlich ungetrübt zum Ausdruck kommen.

Während des stärksten Regenfalles hatte sich in Westrußland ein geschlossenes Tiefdruckgebiet ausgebildet, das langsam in nordwestlicher Richtung, also zur Ostsee hinabzog und auch im Gebiete der russisch=polnischen Nebenflüsse des Stromes reichliche Niederschläge veranlaßte. Am 24. lag dieses Tief schon über Skandinavien, und zwei Tage später war es im äußersten Norden westlich von der Halbinsel verschwunden. Je weiter es sich entfernte, um so mehr ließ im Großen und Ganzen auch der Niederschlag nach.

Dem Hochwasser ging also, ganz wie erst neuerdings wieder bei den großen Ueberschwemmungen im Sommer 1897, schon eine recht regenreiche Zeit voran. Doch blieben die galizischen Flüsse bis zum 16. Juni noch ohne merkliche Erregung. Inzwischen aber mußte aller überhaupt zur Wasseraufnahme fähige Boden vollauf durchtränkt worden sein, und so konnte der nun plötzlich in ungewöhnlicher Stärke losbrechende und in dieser mehrere Tage anhaltende Regen in allen Flüssen große Wassermassen zusammenführen. An der Kleinen Weichsel, die aber für die Hochwasserführung des Weichselstromes nur in seltenen Ausnahmefällen unmittelbar den Ausschlag giebt, machte sich der Anstieg des Wasserspiegels bei der Pegelstelle Drahomischl, wo sich in Folge der Enge

des Querschnittes jede Schwankung der Wasserführung besonders scharf ausprägt, sogar schon vom 14. ab bemerkbar. Der Wellenscheitel scheint am Abend des 20. Juni, also an dem Tage nach dem stärksten Regenfall eingetreten und über die am 20. und 21. beobachtete Pegelhöhe von 6,43 m noch um etwa 0,9 m hinausgegangen zu sein. Um die 87 km lange Strecke von Drahomischl bis N.-Berun zu durchschreiten, brauchte der Wellenscheitel anscheinend etwa $1^2/_3$ Tage. Die hieraus folgende geringe Geschwindigkeit (2,2 km stündlich) hat bereits auf S. 190 ihre Erklärung darin gefunden, daß durch die vielen Krümmungen und die recht unregelmäßige Gestaltung des Hochwasserbettes die ursprünglich so ungestümen Hochwasser der Kleinen Weichsel viel von ihrer Wucht verlieren.

Die Fluthwellen der Sola und Skawa gelangten denn auch bereits zu einer Zeit (am 20.) in den Strom, um die der Wasserspiegel sich bei Drahomischl erst seinem Höchststande näherte und bei N.-Berun das Wasser erst um etwa 1 m gestiegen war. Bei Oswjencim, Wadowice und Zator trat damals der höchste Wasserstand ein, der seit 1867 überhaupt beobachtet ist, und Kobjernice fehlt unter diesen Pegelstellen wohl nur deshalb, weil hier das Wasser zur Beobachtungsstunde am 20. schon wieder merklich im Fallen war. Nach der Form der Wasserstandslinien zu schließen, durchlief der Scheitel der Solawelle die 25 km lange, ziemlich gefällarme Strecke von Kobjernice nach Oswjencim in etwa acht Stunden, und in ganz entsprechendem Verhältniß scheint der Scheitel der Skawawelle für die Zurücklegung der 20 km betragenden Strecke von Wadowice nach Zator ungefähr sechs Stunden gebraucht zu haben. In den Weichselstrom scheinen beide Wellenscheitel ziemlich gleichzeitig gelangt zu sein. Wie gewöhnlich, sind beide Wellen in der Wasserstandslinie für die Pegelstelle Krakau nicht mehr von einander zu trennen, was seinen Grund wohl in dem allseitigen Zusammenströmen des Wassers und der allmählichen Ausfüllung des Ueberschwemmungsgebietes hat. Der Wellenscheitel trat bei Krakau, nachdem der lebhaftere Anstieg des Wassers hier etwa drei Tage gedauert hatte, ungefähr um die gleiche Zeit ein, wie bei N.-Berun. Die Kleine Weichsel kann ihn also nicht erzeugt haben. Andererseits verzögerte er sich doch zu lange, als daß man ihn noch als eine unmittelbare Fortbildung der Sola- und Skawa-Wellen betrachten könnte, da es unwahrscheinlich ist, daß der Wellenscheitel für die nur rund 80 km lange Strecke Oswjencim—Krakau und die noch um 20 km kürzere Strecke Zator—Krakau zwei volle Tage gebraucht haben sollte. Die Przemsza kommt hierbei kaum in Betracht, da der Anstieg des Wassers sich in ihr ziemlich träge vollzog. Vielleicht trat die größte Wasseransammlung bei Krakau also zu einem Zeitpunkte ein, als Sola und Skawa schon in ihrer Einwirkung nachließen, diese Verminderung aber durch das erste Wasser aus der Kleinen Weichsel zunächst noch wett gemacht wurde. Die Rückseite der Wellen ist, wie fast bei allen Hochfluthen, in Folge der allmählichen Entleerung des Ueberschwemmungsgeländes und des Nachlaufens des Wassers aus den langsamer entwässernden Gebieten viel flacher geformt als ihr vorderer Hang.

Die nächsten Pegelstellen des Stromes, an denen damals Beobachtungen angestellt wurden, sind Jagodniki, oberhalb der Dunajecmündung, und Uscjejesnickje unterhalb derselben. Bei der erstgenannten Stelle begann der Anstieg

schon am 17., unterhalb des Dunajec sogar schon am 16. Juni, hier wie dort früher als bei Krakau. Der so frühzeitige Beginn der Hebung unterhalb des Dunajec ist sicher der Einwirkung dieses Flusses zuzuschreiben, denn auch an der Pegelstelle Zabno, die nur 17,6 km von seiner Mündung in die Weichsel entfernt ist, kam das Wasser schon am 16. ins Steigen. Dagegen macht es die Form der Wasserstandslinien ziemlich wahrscheinlich, daß die erste Hebung des Wasserspiegels bei Jagodniki nicht durch einen Rückstau aus dem doch erst allmählich in Erregung gekommenen Dunajec, sondern durch das Eintreffen der Fluthwelle der Raba bedingt wurde, von der leider damalige Pegelbeobachtungen nicht vorliegen.

Aus der Vergleichung der Beobachtungen bei den Pegelstellen Zglobice und Zabno, zwischen denen die Biala mündet, folgt, daß dieser Gebirgsfluß seine Fluthwelle früher in den Dunajec gebracht haben muß, als dessen eigene Hauptfluthwelle bis zur Bialamündung vordrang. Denn bei Zabno trat der Wellenscheitel, nachdem der Anstieg hier im Ganzen über 5 m und noch allein am letzten Tage etwa 4,5 m betragen hatte, mindestens $^{1}/_{2}$ Tag früher ein, als an der 21,3 km weiter oberhalb gelegenen Pegelstelle Zglobice. Bei Zabno ist in Folge dessen am 21., also $1^{1}/_{2}$ Tage nach dem Vorübergange des Hauptscheitels, noch ein Nebenscheitel (allerdings nur in Form einer besonders stark nach außen springenden Krümmung der Wasserstandslinie) angedeutet, der wohl als Fortwirkung der eigentlichen Dunajecwelle zu betrachten ist. Der Wellenscheitel würde dann allerdings für die kurze Strecke von Zglobice nach Zabno ungefähr einen Tag (vom 20. zum 21.) gebraucht haben. Doch ist hieran wohl kein Anstoß zu nehmen; denn einen Punkt, wo zwei Gewässer zusammentreffen, kann ein Wellenscheitel, soweit von dem Wasserverlust durch Ueberfluthung der dem Hochwasser ausgesetzten Niederungen abgesehen werden darf, erst in dem Augenblick überschreiten, in welchem die Abflußmenge des einen Gewässers schon oder nur noch in demselben Maße wächst, wie die des anderen abnimmt; zunächst dürfte aber die Verminderung des Wassers der Biala nicht ganz so stark gewesen sein wie die Vermehrung aus dem Dunajec selbst. Wie die Abbildung im Atlas erweist, waren die Fluthwellen schon bei N.-Sandec und bei Zglobice außerordentlich gedehnt. Bei N.-Sandec fiel das Wasser, das vom 18. zum 19. um 1,90 m gestiegen war und dann noch etwas höher emporging, vom 20. zum 21. nur um 0,5 und vom 21. zum 23. um 0,80 m. Bei Zglobice hatte der Anstieg in zwei Tagen 2,90 m betragen, während die darauf folgende Senkung in der gleichen Frist nur 1,40 m ausmachte. Zu den Gründen für diese starke Dehnung der Wellen zählt neben der Ausbreitung des Wassers im N.-Sandecer Thalkessel und der Fortdauer des Regens am 20. Juni und den nächsten Tagen vor Allem wohl das spätere Eintreffen des Wassers aus der ersten Hauptstrecke des Flusses, die, wie die Regenhöhen von Poronin, Szczawnica und Krynica erweisen, im Verein mit dem Poprad auch ihrerseits beträchtliche Wassermengen abzuführen hatte. Leider ist aus einer Vergleichung der Wasserstände nicht mit einiger Sicherheit zu ersehen, eine wie lange Zeit für den Wellenscheitel erforderlich war, um die 67 km lange Strecke von N.-Sandec bis Zglobice zu durchlaufen; aller Wahrscheinlichkeit nach waren es aber nicht weniger

als 12 und nicht mehr als 24 Stunden, und das Mittel hieraus ergiebt ja auch eine mit den sonstigen Erfahrungen gut vereinbare Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 3,7 km in der Stunde.

Es wurde schon erwähnt, daß im Weichselstrom der Anstieg des Wassers unterhalb des Dunajec durch letzteren eingeleitet wurde. Auch der Wellenscheitel scheint unmittelbar aus diesem gekommen, also eine Fortwirkung der Fluthwelle gewesen zu sein, welche die Biala im Dunajec erzeugt hatte. Dieser verdankt also einen Theil der Bedeutung, die er für den Verlauf der Hochfluthen im Strome besitzt, diesem Nebenflusse, dessen Wichtigkeit bereits auf S. 39 und 55/56 hervorgehoben ist.

Wir sind hiermit an dem wichtigsten Punkte dieser Beschreibung angelangt. Es erweist sich also, daß, wenn alle Beskiden- und Karpathenflüsse gleichzeitig und gleich stark in Erregung gerathen, der Verlauf, den das Hochwasser im Strome nimmt, vom Dunajec ab durchaus unter der beherrschenden Einwirkung des letzteren steht. Das Hochwasser, das sich durch die westlicheren Nebenflüsse im Strome bildet, kommt erst dann zur Dunajecmündung, wenn dessen Haupterregung bereits vorüber ist. Doch ist hierbei zu bedenken, daß aus dem Dunajec nicht ein einmaliger, auf kurze Zeit zusammengedrängter Wasserschub auf den Weichselstrom stößt, sondern die reiche Gliederung des Gewässernetzes jenes Flusses es mit sich bringt, daß das Andrängen der den verschiedenen Theilgebieten entstammenden Wassermassen Tage lang anhält. So wird es erklärlich, daß auch im vorliegenden Falle der Wasserspiegel des Stromes nach dem Vorübergange des aus dem Dunajec gekommenen Wellenscheitels nur ganz langsam fiel, bis dann die Vereinigung mit dem Hochwasser, das inzwischen aus der oberen Weichselstrecke dazukam, einen nachmaligen kleinen Anstieg des Wasserspiegels bewirkte.

Sein höchstes Wasser scheint der Weichselstrom bei Szczucin ziemlich genau in der Mitte des Zeitraums zwischen den Beobachtungen am 20. und 21. Juni gehabt zu haben, und zwar ging dasselbe über den am 21. beobachteten Wasserstand (4,80 m) wohl noch um mehrere Dezimeter hinaus. Als Frist, in welcher der Wellenscheitel von Zabno aus zunächst bis zur Mündung des Dunajec (17,6 km) und dann bis Szczucin (33,7 km) gelangte, würde sich hiernach etwa 1 Tag ergeben, und wenn dies etwas viel erscheinen könnte, so ist zu berücksichtigen, daß der Scheitel bei der 1884 noch unzureichenden Bedeichung der ausgedehnten Ueberschwemmungsgebiete an der untersten Dunajecstrecke und im benachbarten Weichselthale durch umfangreiche Ausuferungen etwas zurückgehalten wurde.

So hatte also die Stromstrecke zwischen Dunajec und Wisloka die größten Wassermengen schon zu einer Zeit zu bewältigen, um die der Wasserspiegel bei Krakau sich erst ungefähr in mittlerer Höhe zwischen dem vorangegangenen Kleinwasser und dem Höchststande befand, der erst in reichlich $1^1/_2$ Tagen folgte.

Eine merkliche Formänderung gerade in der Nähe des Wellenscheitels erfuhr das Hochwasser durch die Wisloka. Das Wasser wuchs in dieser außerordentlich rasch an, bei Labuzje, wie die Abbildung zeigt, vom 17. zum 18. um 1,30 m, vom 18. zum 19. um 4,75 m, womit der Wellenscheitel wohl ziemlich

erreicht war. Dieser trat somit etwa einen Tag früher ein, als ihn beispielsweise die Sola und Skawa in ihrer untersten Strecke hatten. Diese zeitliche Verschiebung war offenbar in den Regenverhältnissen begründet. Man darf zwar nicht ohne Weiteres auf Grund der Regenmessungen zu Kolaczyce und Pilzno (S. 484) folgern, daß das gesammte Wislokagebiet die Hauptregenmenge schon am 18. oder vom 18. zum 19. empfing; denn jene Orte gehören der Vorstufe des Gebirges an und hier erlangte der Regen seine größte Stärke überhaupt etwas früher als in der Nähe des Kammes. Diese Niederschlagstabelle läßt aber doch kaum einen Zweifel darüber, daß es auch in den höher gelegenen Theilen des Gebietes am 18. schon recht stark, jedenfalls wohl viel stärker regnete als in den Westbeskiden.

Bei Dzikuw dürfte das Wasser des Stromes schwerlich, wie die einmalig täglichen Beobachtungen zunächst besagen, nach einem lebhafteren Anstieg vom 20. zum 21. plötzlich nur noch um 0,5 m und vom 21. zum 22. dann gar nicht mehr gestiegen sein, sondern mit etwas größerer Wahrscheinlichkeit ist wohl anzunehmen, daß ein Wellenscheitel zwischen den Beobachtungen vom 20. und 21. vorüberging und diesem ein zweiter vor der nächsten Pegelablesung folgte. Der erste würde dann aus der Wisloka gekommen sein und den rund 100 km betragenden Abstand zwischen Labuzje und Dzikuw in etwa $1^1/_2$ Tagen durchlaufen haben, während in der zweiten Erhebung der Scheitel der Fluthwelle zu erblicken sein würde, der aus dem Dunajec in den Strom gelangt war. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit würde auch für diesen einen recht wahrscheinlichen Werth annehmen, da auf die 61 km lange Strecke von Szczucin bis Dzikuw eine Fortpflanzungszeit von etwa einem Tage kommen würde. Jedenfalls läßt sich fast mit Gewißheit behaupten, daß die Wisloka-Welle in diesem Falle dem vom Dunajec gebrachten Hochwasser voranging.

Die Erregung des San und des Wislok begann etwa gleichzeitig mit derjenigen der Wisloka (am 17.). Bei Postoluw war der Wellenscheitel etwa in zwei Tagen, bei Przemysl aber in dreien erreicht. Da beide Pegelstellen um 129 km auseinander liegen, so ergiebt sich für die Strecke von Postoluw nach Przemysl hieraus eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von rund 5 km in der Stunde und dieses rasche Fortschreiten ist wohl dadurch zu erklären, daß das Flußbett auch durch die in die Zwischenstrecke mündenden Seitengewässer angefüllt wurde, außerdem das Gefälle des Flusses dort ziemlich stark ist, das Ueberschwemmungsgebiet aber geringe Ausdehnung besitzt. Bei Radymno und bei Jaroslau riß das Hochwasser die Pegel fort, bei Radymno glücklicher Weise erst, nachdem das Wasser schon wieder drei Tage lang gefallen war, bei Jaroslau dagegen ungefähr zur Zeit des Höchststandes. Die Wellenform weicht bei Radymno von derjenigen bei Przemysl namentlich darin ab, daß der Wellenrücken eine starke Abflachung mit Andeutung einer Aufeinanderfolge mehrerer Fluthwellen zeigt, was ganz zu der Gliederung des Gewässernetzes stimmt, da in die kurze Zwischenstrecke der Wiar und die Wisznia münden. Die erwähnte Dehnung der Welle war eine so erhebliche, daß der Wasserspiegel, der sich in den letzten zwei Tagen (18./20.) noch um 4 m gehoben hatte, in den zwei Tagen darauf nur um 1 m fiel. Eine ganz ähnliche Form besaß die Fluth-

welle des Wislok, dessen Wasserspiegel an der Pegelstelle Rzeszuw in den letzten zwei Tagen (17./19.) sogar um 4,5 m in die Höhe ging, in der gleich langen Frist darauf aber nur um 0,5 m fiel. Bei diesem langsamen Ablauf der beiderseitigen Hochwassermengen konnte eine Vereinigung derselben in der untersten Strecke des San um so weniger ausbleiben, als auch noch diejenige Pegelstelle (Rzeszuw) den Höchststand zuerst hatte, von welcher bis zum Vereinigungspunkte beider Gewässer eine um rd. 30 km längere Wegstrecke zurückzulegen ist. Naturgemäß ist aber nicht gerade ein genaues Zusammentreffen der eigentlichen Höchstmengen anzunehmen. Dagegen würde schon die Erscheinung sprechen, daß an den Pegelstellen der untersten Strecke des San nicht mehr die Rück-, sondern die Vorderseite der Wellenkuppe die flachere Wölbung besitzt. Wahrscheinlich kam diese Aenderung der Wellenform dadurch zu Stande, daß die Welle des San durch die des Wislok ein wenig überholt wurde. Außerdem ist zu bemerken, daß bei Rudnik, also unterhalb der Wislokmündung, schon zwischen den Beobachtungen am 19. und 20. eine kleine Fluthwelle vorüberging, die nicht durch die Hauptanschwellung des Wislok hervorgerufen worden sein kann, da diese so früh noch nicht zur Geltung kommen konnte. Möglicherweise rührte jene vorauseilende kleine Welle aus den Hügellandbächen (Mleczka u. s. w.) her, die sich in die unterste Strecke des Wislok ergießen.

Die starke Abflachung auch der Vorderseite der Welle ergiebt beim San die eigenthümliche Erscheinung, daß er in Folge des frühzeitigen Regens im Flach- und Hügelland und des schnellen Wasserabflusses aus dem Hügellande in seiner untersten Strecke ebenso zeitig zu steigen begann wie die Sola und Skawa in der Nähe ihrer Mündungen, obschon die Länge der Gewässer eine so verschiedene ist. Während in jenen kleinen Flüssen aber der Wellenscheitel der ersten Erregung fast auf dem Fuße folgte, verstrichen in der untersten Strecke des San bis dahin 5 Tage (17./22.). Für den Verlauf des Hochwassers im Weichselstrom blieb er, ein so umfangreiches Gebiet sein Gewässernetz auch bedeckt, hierdurch insofern von untergeordneterer Bedeutung, als er ziemlich wenig auf die höchste Höhe desselben, wohl aber auf die Gesammtmenge des Abflusses einwirkte. Und hiermit sind wir zu dem zweitwichtigsten Punkte in der Schilderung dieses Hochwassers gekommen.

Der Anstieg des Wassers begann bei Warschau etwa 4 Tage später, als in der Weichsel oberhalb des San, vollzog sich aber so lebhaft, daß der Wellenscheitel nur etwa 3 Tage später eintrat, als bei Dzikuw der Anstieg in der Hauptsache beendet war. Sollte die Fluthwelle hier thatsächlich nur den einen Wellengipfel am 22. besessen haben, so würde der Höchststand bei Warschau auf diesen in der noch kürzeren Frist von etwa $1^1/_2$ Tagen gefolgt sein. Die Zwischenstrecke mißt 256,7 km, so daß selbst eine dreitägige Zwischenzeit noch immer eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 3,6 km in der Stunde ergiebt Der San bleibt hierbei ganz außer Betracht, da zwischen der höchsten Anschwellung seiner untersten Strecke und derjenigen bei Warschau gar nur eine knapp eintägige Frist liegt. Man hat aber auch wohl nicht anzunehmen, daß der Zeitpunkt des Wellenscheitels bei Warschau hauptsächlich durch das Hochwasser der Oberen Weichsel bestimmt wurde. Denn da der San noch im Steigen war, so dürfte der

Scheitel der Weichselwelle an seiner Mündung einigen Aufenthalt gefunden haben, was seine Geschwindigkeit in der russischen Strecke noch vergrößern würde. So bestätigt sich also die bereits auf S. 105/6 und S. 118 geäußerte und theilweise schon dort begründete Vermuthung, daß die Hochfluthen bei Warschau durch das Wasser aus den russisch-polnischen Flüssen eingeleitet werden, und daß auf diese Weise die auffallend rasche Fortbewegung des immer wieder von anderen, aus geringeren Entfernungen anlangenden Wassermassen gebildeten Fluthscheitels verursacht wird. Bei Warschau hat dieser fördernde seitliche Zustrom aber seinen Höhepunkt überschritten; der Narew dürfte, da der Bug viel langsamer vom Hochwasser durchlaufen wird, im Gegentheil vielfach sogar hemmend auf den Fortschritt der Welle wirken. So ermäßigt sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit zwischen Warschau und Thorn denn auch auf nicht ganz 3 km in der Stunde (212 km in 3 Tagen), während der erste Anstieg sich allerdings um etwa die Hälfte dieses Betrages schneller fortpflanzte (in 2 Tagen). Abgesehen von der hierdurch bedingten Dehnung des vorderen Hanges der Fluthwelle ähnelt die Wellenlinie für die Pegelstelle Thorn derjenigen für Warschau außerordentlich. Vor Allem ist hervorzuheben, daß an beiden Orten, nachdem der Wasserspiegel zunächst in 2 bis 3 Tagen um $1^{3}/_{4}$ m gesunken war, der weitere Abstieg sehr langsam vor sich ging. Es folgte also nunmehr das Wasser aus dem Oberlaufe der Oberen Weichsel, dem San und den sonstigen Nebenflüssen nach, die auf den Wellenscheitel nicht unmittelbar einwirkten.

Wie das Hochwasser auf preußischem Gebiet auftrat, wird in Bd. IV, 2. Abth. 1. Kap. kurz erörtert.

2. Hochfluthen vom August 1839, Juli 1845 und Juni 1847.

Wenden wir uns den beiden anderen Sommerhochwassern zu, die nach der Tabelle auf S. 477 sowohl in der Kleinen, als auch in der Oberen und Mittleren Weichsel von erster Ordnung waren, so bietet dasjenige vom August 1839 ein von dem soeben beschriebenen Falle grundverschiedenes Bild. Beobachtungen liegen über dasselbe nur von N.-Berun, Krakau, Warschau und für die preußische Strecke des Stromes vor, die in der bildlichen Darstellung (vergl. Kartenbeilagen) durch die Pegelstelle Thorn vertreten ist. Merkwürdig ist dieses Hochwasser schon dadurch, daß in einer Zeit von nicht ganz einem Monat drei Anschwellungen des Stromes stattfanden, unter denen die letzte allerdings, wenn man sie mit dem ihr unmittelbar vorangehenden Wellenthale vergleicht, ziemlich bedeutungslos war, während die mittlere das eigentliche Hochwasser erster Ordnung bildete. Seine hauptsächlichste Abweichung von dem soeben behandelten Fall aber besteht in der Fortpflanzungsweise der Wellen auf der Strecke von Krakau nach Warschau. Während im Juni 1884 zwischen den Höchstständen bei Krakau und Warschau nur etwa ein Tag verstrich und der bei Warschau beobachtete Wellenscheitel seinen Ursprung also keinesfalls in der Fluthwelle der Oberen Weichsel haben konnte, wäre es bei den jetzt betrachteten Anschwellungen scheinbar möglich, daß die Fluthwellen in der Form, wie sie bei Krakau vorübergingen, die Führung der Wellenscheitel durch den ganzen Strom hindurch festhielten. Denn sowohl

bei der ersten, wie bei der zweiten Anschwellung folgte der Wellenscheitel bei Warschau demjenigen bei Krakau erst in etwa $4^1/_2$ Tagen nach, bei der dritten sogar wohl erst in etwa 5 Tagen. Um die Zwischenstrecke gleichmäßig schnell zu durchlaufen, hätten die ersten beiden Wellen eine Geschwindigkeit von 4,0 km in der Stunde besitzen müssen, während sich für den dritten Scheitel sogar nur 3,6 km ergeben. Diese Werthe könnten aber um so annehmbarer erscheinen, als sich ähnlich hohe Zahlen auch für die Strecke Warschau—Thorn ergeben.

Allerdings erweist letzterer Vergleich sich als unzulässig, wenn man erwägt, daß auf der Strecke unterhalb der Narewmündung das Ueberschwemmungsgebiet viel kleiner ist als oberhalb Warschau, die Fortpflanzung der Wellen also unter sonst gleichen Umständen auf der Unteren Weichsel viel schneller vor sich gehen müßte. Es ist aber ohnedies fast mit Gewißheit zu behaupten, daß auch in dem jetzt betrachteten Falle nicht eine Fluthwelle in gewissermaßen geschlossener Form die ganze Stromstrecke von Krakau ab zurücklegte. Hierfür bieten nicht nur fast alle Hochwasser der neueren Jahre einen Beweis, für die auch die Wasserstände der Nebenflüsse bekannt sind, sondern auch aus dem Verlaufe des dritten Sommerhochwassers, das im ausländischen Strome durchweg von erster Ordnung war und dem soeben besprochenen nach einer nur sechsjährigen Pause — im Juli 1845 — folgte, geht dies hervor. Die Frist, die in diesem Falle zwischen dem Höchststande bei Krakau und dem bei Warschau verstrich, betrug allem Anscheine nach knappe vier Tage, also allerdings etwas weniger als 1839. Dieser geringe Unterschied fällt aber kaum ins Gewicht, wenn man sich auf Grund der Abbildung in den Kartenbeilagen vergegenwärtigt, daß allein die Zurücklegung der Strecke von Zawichost bis Warschau reichlich drei Tage erforderte (rd. 3 km stündlich). Bei der Aehnlichkeit aller Verhältnisse wird dies auch 1839 der Fall gewesen sein; zur Fortpflanzung des Höchststandes von Krakau bis Zawichost, die sich 1845 in nicht ganz Tagesfrist vollzog, würden dann aber nur $1^1/_2$ Tage übrig bleiben, und dies ist zu wenig, als daß die Annahme einer einheitlichen Fluthwelle aufrecht erhalten werden könnte, da die Stromstrecke von Krakau bis zum Eintritt des Stromes in Rußland fast ebenso lang ist wie die russische Weichsel bis Warschau hin. Die Hochfluthen würden sich auch schwerlich auf der russischen Strecke als solche von erster Ordnung behauptet haben, wenn nicht allermindestens noch der Dunajec, wahrscheinlich aber auch die Gruppe der östlicheren Flüsse, wesentlich zu ihrer Ausbildung beigetragen hätte, und Alles weist darauf hin, daß das von der Raba, dem Dunajec und der Wisloka gebrachte Wasser auch in diesen Fällen die Führung des Fluthscheitels an sich riß. Auch auf der russischen Strecke erleichterte wohl eine kräftige seitliche Wasserzufuhr das Fortschreiten der Welle; denn sonst würde im Juli 1845 der Wellenfuß für die Zurücklegung der Strecke Zawichost—Warschau schwerlich nur zwei Tage nöthig gehabt haben und der Anstieg bei Warschau wieder so steil gewesen sein. Bei der großen Anschwellung gegen Ende August 1839 legte der Wellenfuß in derselben kurzen Zeit von nur zwei Tagen sogar scheinbar die Strecke von Krakau bis Warschau zurück, ein Beweis, daß der Anstieg in der ganzen Oberen Weichsel wohl ziemlich zu einunddemselben Zeitpunkte einsetzte und die Welle dann

in ähnlicher Weise weiter fortschritt wie im Juli 1845. Erwähnt sei noch, daß der am 21. Juli 1845 bei Krakau beobachtete Höchststand aus der Kleinen Weichsel gekommen und von N.=Berun bis dorthin (83,7 km) in 1½ bis 2 Tagen hinabgelangt zu sein scheint. Der Vorübergang der Wellen der Sola und Skawa macht sich dagegen schon am 18. deutlich geltend, und es ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß auch der erwähnte, mehrere Tage danach beobachtete Höchststand durch eine erneute Erregung dieser Flüsse herbeigeführt wurde, wofür allerdings eine Andeutung nicht vorliegt.

Sofern diese Darlegungen auch in den Punkten zutreffen, in denen man auf Vermuthungen angewiesen ist, so stimmen die bisher behandelten Fälle bei allen sonstigen Abweichungen darin überein, daß alle galizischen Gebirgsflüsse sich wohl ziemlich gleichmäßig in Erregung befanden. Auffallender Weise bietet nun unter den auf S. 477 verzeichneten Hochwassern sogar dasjenige vom Juni 1847 kein Beispiel dafür dar, daß die Hochfluth vorwiegend durch die Gruppe der westlichen Flüsse erzeugt wurde, obschon eine solche Vermuthung sich um so eher aufdrängen muß, als dieses Hochwasser das einzige ist, das einerseits bei N.=Berun und bei Krakau von erster Ordnung war, während es andererseits bei Warschau so schwach auftrat, daß es hier nicht einmal zu denjenigen dritter zählt. Allein die Thatsachen lassen keinen Zweifel: Am Pegel zu N.=Berun stieg das Wasser drei Tage lang sehr kräftig, nämlich von 0,39 m am 11. auf 4,55 m am 14. Der Wellenscheitel ging wohl zwischen dem 14. und 15. vorüber, da an letzterem wieder ein Wasserstand von 4,55 m gefunden wurde. Bei Krakau war es ganz ähnlich. Der Anstieg begann auch hier nach einem vorher ebenfalls sehr gleichmäßigen Wasserstande am 11., und am 15. und 16. wurde ein um 4,43 m höherer Wasserstand wahrgenommen. Bei Zawichost stieg das Wasser dagegen schon seit dem 5., allerdings viel langsamer, und der Höchststand trat am 17. oder vielleicht gar schon am 16. ein. Vom Fuße der dort vorübergegangenen Welle läßt sich also mit Sicherheit, von ihrem Scheitel aber wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit behaupten, daß sie nicht aus der ersten Strecke der Oberen Weichsel kamen. Immerhin werden die östlichen Beskidenflüsse von der Hochwassererscheinung nicht ganz in dem Maße ergriffen gewesen sein wie die westlichen.

3. Hochfluth vom Juni 1894.

Aehnlich war es bei der Hochfluth vom Juni 1894, der einzigen, die in der Tabelle auf S. 477 noch für N.=Berun und Krakau als solche von erster Ordnung verzeichnet ist. Auch im Gebiet der Oberen Oder trat dieses Hochwasser recht lebhaft auf, worüber sich im Zentralblatt der Bauverwaltung (1894) eine auch als Sonderdruck herausgegebene Schilderung findet. Bezüglich der Witterungslage, welcher die Hochwassererscheinungen entsprangen, sei auf die genannte Darstellung verwiesen. Wie dort erwähnt, traf das Unwetter die Westbeskiden ganz besonders stark. Ganz wie im Juni 1884 handelte es sich wieder um ungewöhnliche Zunahme der Niederschlagstärke inmitten einer überhaupt recht regenreichen Zeit. Orte mit weniger als 25 Niederschlagstagen im Juni sind namentlich in

dem westlicheren Gebietstheile nur als Ausnahmen zu finden, die zum Theil nicht einmal glaubwürdig erscheinen. Die größte Stärke des Regens fällt fast durchweg auf die Mitte des Monats, und namentlich das Gebiet der Kleinen Weichsel weist in dieser Hinsicht schwerwiegende Zahlen auf. So fielen z. B. in Weichsel-Czarny (in 510 m Meereshöhe) während vier Tagen vom 15. bis zum 18. Juni 417,0 mm, in Weichsel selbst (77 m tiefere Lage) vom 13. bis zum 17. Juni 287,4 mm, und die Monatssummen des Niederschlages betrugen an diesen Punkten 645 und 473 mm. Als größte Tagesmenge giebt Weichsel-Czarny 147,4 mm (am 17.), Weichsel 102,7 mm (am 16.) an. (Die Zeitpunkte der Messung und Aufzeichnung sind wahrscheinlich nicht ganz die gleichen.) Weiter östlich ermäßigen sich diese Höchstmengen ziemlich schnell, während dies nicht auch von dem Gesammtregenfall gilt. So betrug die Monatssumme desselben im Gebiet der Sola bei Ejencina 414, bei Saybusch 317, bei Kobjernice 264 mm; als Tageshöchstmenge sind dagegen nur noch 76,4 mm (am 15. bei Saybusch) verzeichnet. Aehnlich geht es weiter nach Osten fort. So hatte z. B. im Gebiete der Skawa der Ort Zawoje 317 mm Gesammtregenfall während des Monats, hiervon aber 58,3 mm am 16. und 70,1 mm an den beiden vorhergehenden Tagen zusammen, entsprechend im Gebiete der Raba der Ort Kasina-wjelka insgesammt 292 mm, hiervon 131,1 mm vom 14. zum 16., im Gebiete des Dunajec Zakopane 317 mm im Monat und hiervon 143,4 mm am 16. und 17., ferner Orlo, das zum Poprad entwässert, 223 mm im Monat und 110,5 mm vom 15. bis zum 17., endlich das zum Theilgebiet der Biala gehörige Tarnuw 169 mm und hiervon 48 mm am 15. In den Gebieten der östlicheren Flüsse kamen dagegen Tagesmengen von mehr als 40 mm nur ganz vereinzelt vor. Seine größte Stärke hatte der Regen hier größtentheils am 16. oder 15., zum Theil auch noch früher.

In Folge der sich immer wieder erneuernden Regenfälle folgten auch in den westlichen Flüssen trotz der einfacheren Gliederung ihres Gewässernetzes mehrere Fluthwellen auf einander. Bei Drahomischl z. B., wo die Kleine Weichsel starken Anstau erleidet, hob der Wasserspiegel sich vom 14. zum 17. insgesammt um 6 m, fiel dann in zwei Tagen um 5 m und stieg hierauf rasch nochmals um mehr als 3 m empor. In der Flachlandstrecke des Flusses glichen sich die Fluthwellen jedoch in Folge der Verlangsamung des Abflusses nahezu gegen einander aus, so daß bei N.-Berun der zweite Wellenscheitel sehr gegen den ersten zurücktritt, der dem Höchststande in Drahomischl in ungefähr zwei Tagen folgte, die Zwischenstrecke also mit der geringen Geschwindigkeit von weniger als 2 km stündlich durchschritt.

Inzwischen war in die Obere Weichsel längst wieder eine Hochwasserwelle aus der Sola eingetreten, und zwar durchlief der Wellenscheitel die Strecke von der Sola- zur Skawamündung zwischen den Ablesungen vom 17. und 18. Juni. Die Welle der Skawa dürfte derjenigen der Sola wieder ein wenig vorangegangen sein, da beide Flüsse ihr Hochwasser gleichzeitig brachten. Doch kann der zeitliche Unterschied in ihrer Einwirkung auf den Strom nicht bedeutend gewesen sein, da in der auf Grund der einmalig täglichen Beobachtungen entworfenen Wasserstandslinie die Wellen nicht getrennt zum Ausdruck gelangen. Bei Krakau folgte die höchste Erhebung des Wasserspiegels etwa $1^1/_2$ Tage

später als in den Mündungstrecken der angegebenen Flüsse. Ungefähr zu derselben Zeit wie bei letzteren war aber auch das Hochwasser der Raba schon bis zur Mündung des Flusses hinabgeeilt, und so gewann die von der Raba gebrachte Fluthwelle einen derartigen Vorsprung, daß das Wasser des Stromes zunächst wieder um mehrere Dezimeter fiel und erst etwa zwei bis drei Tage nach Vorübergang jenes ersten Wellenscheitels der Höchststand des Stromes eintrat. Um die 57 km lange Strecke von Krakau bis Popendzyna zu durchmessen, hatte der Scheitel annähernd zwei Tage gebraucht, und diese auffallende Langsamkeit der Bewegung ist hauptsächlich wohl auf die durch mangelhafte Bedeichung bedingte Ausbreitung des Wassers zurückzuführen.

War bisher schon die Führung des Hochwassers immer an den neu hinzutretenden größeren Nebenfluß übergegangen, so war dies beim Dunajec in noch viel ausgeprägterer Weise der Fall. Wie eine Vergleichung der Wasserstandslinien für die Pegelstellen Jagodniki und Karsy lehrt, trat unterhalb der Dunajecmündung der Höchststand um etwa $2^1/_2$ Tage früher ein, als in der Stromstrecke oberhalb. Allerdings war um die Zeit, als der Dunajec seine größte Wirkung auf den Strom ausübte, auch dieser von seinem Höchststande nur noch um etwa 0,7 m entfernt, da die verschiedenen in den Hauptstrom eingetretenen Nebenflußwellen sich schon vor der Dunajecmündung soweit mit einander vereinigt hatten, daß der Wasserspiegel etwa sechs Tage lang über 3,0 m a. P. Jagodniki blieb. Diese flache Form des Wellenscheitels bewirkte, daß die soeben betrachtete Fluthwelle des Stromes unterhalb der Mündung des Dunajec, obgleich dieser Fluß sehr rasch wieder gefallen war, einen scharf ausgeprägten zweiten Fluthscheitel nicht erzeugen konnte, sondern daß nur kleine Ungleichmäßigkeiten in dem langsamen Absinken des Wassers noch auf dessen verschiedene Ursprungsgebiete deuten.

Auffallend ist das oben erwähnte rasche Absinken des Wassers im Dunajec, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die Fluthwellen aus seinem Gewässernetze wegen dessen ausgedehnter Gliederung unmöglich zu gleicher Zeit an der Mündung des Flusses eingetroffen sein können. Eine nähere Betrachtung zeigt, daß zunächst schon das Hochwasser der ersten Hauptstrecke des Flusses demjenigen des Poprad voranging; denn der Dunajec erreichte bei Golkowice bereits am 16. seinen höchsten Stand, der Poprad den seinigen bei A.-Sandec hingegen erst am folgenden Tage. Aber schon bei N.-Sandec ist von dieser zeitlichen Verschiebung, wenigstens in den einmalig täglichen Beobachtungen, nichts zu bemerken, da zwischem dem 16. und 17. hier eine drei bis vier Tage dauernde Absenkung des Wasserspiegels begann und erst dann eine Unterbrechung derselben erfolgte, in der aber unmöglich noch das erwähnte Hochwasser des Poprad fortwirken konnte. Die 67,1 km lange Strecke von N.-Sandec bis Zglobice durchschritt der Wellenscheitel in einer Frist von einem halben bis dreiviertel Tagen. Trotz dieser beträchtlichen Geschwindigkeit holte er aber die Fluthwelle der Biala schwerlich noch in ihrem Scheitelpunkt ein. Denn der Höchststand des Dunajec wurde bei Zglobice erst am 17. beobachtet, derjenige der Biala aber an der Pegelstelle Koszyce, die vom Vereinigungspunkte beider Gewässer nur wenige Kilometer weiter absteht, schon am 16. Juni; und die ganze Form der Wasserstandslinien macht es nicht wahrscheinlich, daß der genauere Zeitunter-

1./4. April. Gerade um diese Zeit aber traf die hier betrachtete dritte Fluthwelle bei Thorn ein, und zwar wurde ihr Scheitel hier am 2. April beobachtet. Hiernach kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, daß diese Fluthwelle vorwiegend aus dem Bug und Narew kam, wobei ihr allerdings durch die Anschwellung der Weichsel eine recht wesentliche Verstärkung zu Theil wurde. Die ganze Eigenart des Abflußvorganges des Bug und Narew bringt es nun mit sich, daß diese Flüsse lang andauernde Anschwellungen haben, und so besaß die Fluthwelle in der unteren Stromstrecke denn auch eine ganz bedeutend flachere Form als die beiden vorangehenden, was allerdings auch daran lag, daß jetzt kein Eis mehr den Wasserspiegel aufstaute. Zur Beurtheilung der Wellenform möge die Angabe dienen, daß der erwähnte Anstieg um rd. 1,6 m bei Thorn reichlich 5 Tage erforderte, und ehe die dann folgende Absenkung des Wassers den gleichen Betrag erreichte, vergingen sogar etwa 9 Tage. Bemerkenswerth ist, daß die vorliegenden Beobachtungen diese Anschwellung des Stromes sämmtlich als eisfrei darstellen, obgleich dieselbe das Eis aus dem Bug und Narew mit sich brachte. Letzteres muß also auf dem Zwischenwege in eine so schlammige Masse verwandelt worden sein, daß es von den Beobachtern auf preußischem Gebiete gar nicht mehr als treibendes Eis angesehen wurde, eine Erscheinung, die bei diesem „polnischen Eise" häufig vorkommt (vergl. S. 458).

3. Hochfluth und Eisgang im Frühjahr 1889.

Die Hochwassererscheinungen des Frühjahrs 1889 zeigten mit den soeben besprochenen mancherlei Aehnlichkeit. Der vorangegangene Winter war recht eisreich gewesen. Schon gleich zu Anfang des November begann in den galizischen Gewässern das Grundeistreiben, und in der oberen Wisloka, wie auch im Wislok und im oberen San kam das Eis auch recht bald zum Stehen. Gegen Ende des Monats wurden alle Gewässer indessen wieder eisfrei, und erst im Dezember stellte sich ein neues Grundeistreiben ein, das etwa um den 10. des Monats herum in den Nebenflüssen meist zum Eisstand führte, während im Strome selbst die Stellen mit Eisbedeckung noch in der Minderzahl blieben. Gegen Ende des Monats verschwand das Eis großentheils nochmals, und auch die Eisdecke, die sich in den ersten Tagen des Januar bildete, überdauerte in den westlichen Flüssen Galiziens und in der Oberen Weichsel selbst noch nicht den ganzen übrigen Winter, vielmehr trieb während des Februar das Eis hier meist nur. Der San und größtentheils auch der Wislok und die Wisloka behielten ihre Eisdecke dagegen. Im Oberlaufe der Oberen Weichsel, wie in der untersten Strecke der Sola und der Skawa fehlte eine solche sogar Anfangs März, während sie überall sonst um diese Zeit vorhanden war. Wiederum waren in einer Zeit von etwa 3 Wochen 3 Anschwellungen des Stromes zu unterscheiden, und wiederum wuchs eine derselben (die mittlere) bei Warschau zu einem Hochwasser erster Ordnung an. Die voraufgegangene Fluthwelle wurde von diesem großen Hochwasser mehr und mehr überdeckt, bis sie schließlich auf preußischem Gebiete ihre selbständige Abgrenzung überhaupt einbüßte und nur noch die Hauptanschwellung einleitete.

Schon der Verlauf, den jene erste Fluthwelle im Strombett der Kleinen Weichsel nahm, unterschied sich in recht kennzeichnender Weise von dem Bilde, das die Sommerhochwasser darzubieten pflegen. Noch bei der Pegelstelle Jawiszowice nämlich rührte der Wasserspiegel sich kaum; der Anstieg betrug hier nur 0,10 m. Bei N.-Berun wuchs das Wasser dagegen in 3 Tagen um 1,70 m, wobei Eisgang eintrat. Das dazwischen liegende Flachlandgebiet (mit Pszczinka und Gostine) muß also ganz bedeutende Wassermengen abgegeben haben. Aus den meteorologischen Beobachtungen in Schlesien geht in der That hervor, daß ein vorübergehendes Thauwetter, das am 9. März plötzlich einsetzte und bis zum 14. währte, die nicht unbedeutende Schneedecke an manchen Stellen vollständig, an anderen aber wenigstens zu einem bedeutenden Bruchtheil auflöste. An demselben Tage wie die Kleine Weichsel bei N.-Berun hatte auch die Przemsza in ihrer untersten Strecke den Höchststand, der einem Anwuchse von 0,62 m an der Pegelstelle Kl.-Chelm entsprach. Eisfrei war dieser Fluß, soweit die vorliegenden Nachrichten ersehen lassen, schon einige Tage zuvor geworden. Wie in der Kleinen Weichsel, so war die Wasserzufuhr auch in der Sola kräftig genug, die Eisdecke zu zersprengen und in Bewegung zu setzen, weshalb nur noch treibendes Eis einige Tage lang im Flußbett blieb. Dasselbe gilt für die untere Skawa. Dagegen geht aus den Beobachtungen an der Pegelstelle Sucha der Gebirgstrecke dieses Flusses deutlich hervor, daß der Bereich des Thauwetters sich auf die niedrigeren Gebietstheile beschränkte, da bei Sucha der Wasserspiegel nur um 5 cm angehoben und seine Eisdecke erst später gebrochen wurde. In der Raba drang dagegen die Wirkung der warmen Witterung bis zur Pegelstelle Mszana hinauf, wo jedoch der Höchststand erst später eintrat als etwas weiter flußabwärts. Auf den Hauptstrom wirkten diese Flüsse wiederum in der Weise ein, daß z. B. der Höchststand bei Krakau mit demjenigen bei N.-Berun ziemlich zu gleicher Zeit stattfand, auf der Strecke zwischen der Sola- und der Skawamündung dagegen etwa einen Tag früher, oberhalb der Dunajecmündung dagegen erst etwa einen Tag später, letzteres, weil die Raba trotz des Voraneilens ihrer Fluthwelle doch erst später zu einer Einwirkung auf die Weichsel gelangen konnte als die westlichen Nebenflüsse auf die oberen Strecken des Hauptstromes.

Der Dunajec betheiligte sich im Verein mit seinen bedeutendsten beiden Zuflüssen, dem Poprad und der Biala, sehr lebhaft an dieser Anschwellung, die auch hier das Eis rasch löste. Das plötzlich einsetzende Thauwetter muß wenigstens das untere Popradgebiet von vorn herein mit ergriffen haben, da der Poprad seinen Höchststand bei A.-Sandec schon ebenso frühzeitig wie die Sola und Skawa hatte (am 12. März). Bei N.-Sandec bildete sich der Scheitel dagegen erst einen Tag später heraus, am gleichen Tage aber auch bei Zglobice und Zabno (13. März). Der bei Cjenzkowice am 12. März beobachtete Fluthscheitel der Biala muß sonach wiederum sehr schnell in die Mündungstrecke des Dunajec gelangt sein. Während oberhalb Krakau die Obere Weichsel anscheinend schon den ganzen Februar hindurch keine Eisdecke mehr besaß, sondern nur treibendes Eis führte, war unterhalb Krakau noch im März größtentheils eine Eisdecke vorhanden. Dieser Unterschied erstreckte sich auch auf die Nebenflüsse;

in den östlichen war die Eisbedeckung eine viel festere, als in den westlichen. In den untersten Strecken der letzteren war das Eis überhaupt nur vorübergehend zum Stehen gekommen; dagegen hatte auf der Wisloka, dem Wislok und dem San die Eisdecke fast allenthalben die Monate Januar und Februar hindurch ohne Unterbrechung angedauert und fand sich (bis auf eine nicht ganz verbürgte Ausnahme) auch Mitte März noch vor, als die hier betrachtete Anschwellung der Flüsse eintrat. Im Gebiete der Wisloka und des Wislok trat der höchste Wasserstand ebenfalls schon am 12. oder 13. März ein, wobei namentlich in der Wisloka gegen die Mündung des Flusses hin eine ungemein ausgeprägte Vermehrung der Fluthgröße deutliches Zeugniß ablegt von der starken Entwässerung aus den flacheren Gebietstheilen. So stieg das Wasser bei Zmigrud um 0,45 m, bei Zolkuw um das Doppelte, bei Labuzje um 1,8 m, bei Mjelec um mehr als 2 m und bei Gawluszowice sogar um 3,7 m. Die Eisdecke hielt nur an der erstgenannten Pegelstelle stand; auf den in etwa zwei Tagen vollzogenen Eisgang folgte dann noch ein Eistreiben, das in der Mündungstrecke etwa 6 Tage lang anhielt, also so lange, bis die zweite Anschwellung des Flusses dann auch oben das Eis löste.

Im San vollzog sich die Anschwellung insofern gerade entgegengesetzt wie in der Wisloka, als sie in der Gebirgs- und Hügellandstrecke (Pegelstellen Postoluw, Olchowce, Babice, Przemysl) die Eisdecke sprengte, während sie den Eisstand in der Flachlandstrecke (an den Pegelstellen Radymno, Jaroslau, Lezachuw, Rudnik, Majdan) und im Wiar bei Krowniki nicht zu zerstören vermochte, obschon das Wasser überall um 2 bis 3 m stieg. Auch im unteren Wislok räumte das steigende Wasser das Eis noch nicht ganz fort, und die Höhe der Anschwellung nahm im Wislok und im San mit dem Anwachsen des Einzuggebietes nicht in ähnlichem Maße zu wie bei der Wisloka, theilweise sogar überhaupt nicht. Desgleichen überdauerte im Weichselstrome die Eisdecke den Wasserwuchs schon in der Stromstrecke oberhalb der Wislokamündung, obgleich die (oberhalb der Dunajecmündung geringere) Anschwellung des Stromes bei Szczucin und Dzikuw über 2 m betrug. Der Fluthscheitel des San erreichte den Hauptstrom diesmal ungefähr zu derselben Zeit, als dieser selbst sein Höchstwasser hatte. Doch trotz dieses Zusammentreffens besaß die Fluthwelle (vermuthlich weil die oben erwähnten Beträge der Anschwellung großentheils nur auf einem Aufstaue des Wassers durch das Eis beruhten) auch in der russischen Stromstrecke eine so mäßige Höhe, daß sie weit unter der Hochwassergrenze verblieb und auch hier die Eisdecke nicht aufbrach. In dieser Hinsicht unterschied sich dieses erste Hochwasser also wesentlich von dem des vorhergegangenen Frühjahrs.

Wie schon erwähnt, trat nach nochmaligem kurzen Frost etwas mehr als eine Woche später wiederum warme Witterung und im Gefolge derselben eine zweite Anschwellung ein, die aber im Gegensatz zu der ersten schon bei Krakau die Hochwassergrenze erreichte und überhaupt durchweg mehr Wasser gebracht zu haben scheint als jene. Bis über die Mündung des Dunajec hinaus war dieses zweite Hochwasser eisfrei, wie ebenfalls schon aus den obigen Bemerkungen hervorgeht, und zwar auch in den Nebenflüssen. Es zeigt sonach bis dorthin,

namentlich was den Eintritt des Fluthscheitels anbelangt, eine weitgehende Aehnlichkeit mit den Sommerhochfluthen. Aus dem weiteren Verlaufe ist namentlich hervorzuheben, daß die Fluthwelle der Wisloka eine klar ausgeprägte Einwirkung auf den Strom erlangte. Denn während oberhalb ihrer Mündung der Höchststand des Hauptstromes erst am 23. eintrat, wurde er bei Dzikuw nach schnellem Anwachsen des Wasserspiegels um mehr als 2 m schon am 22. beobachtet, d. i. an dem nämlichen Tage, an welchem auch die unterste Strecke der Wisloka (einen Tag später als die Gebirgstrecke an der Pegelstelle Zmigrud) ihre Höchststände hatte. Erwähnenswerth ist vielleicht, daß diesmal die Fluthgröße flußabwärts nicht in dem Maße wuchs wie bei der vorangegangenen Anschwellung, sondern an den Pegelstellen Mjelec und Gawluszowice nur etwa halb so groß war als in dem engen Querschnitt bei der Pegelstelle Labuzje. Im San gelangte der Wellenscheitel, der sich wohl wegen der Stauwirkung des Eises bei Radymno um mehr als 6, bei Jaroslau aber um etwa 4,5 m über das vorangegangene Wellenthal erhob, scheinbar in der kurzen Frist eines Tages von Przemysl bis Rudnik hinab, so daß er an letzterer Pegelstelle schon an demselben Tage eintrat wie in der Gebirgstrecke bei Postoluw. Zum Theil war diese frühzeitige Füllung der unteren Flußstrecke wohl durch eine schnelle und, wie es scheint, recht kräftige Wasserzufuhr aus dem Wislok bedingt, der seinen Höchststand an der Pegelstelle Rzeszuw und weiter unterhalb schon am 22. hatte, also gleichzeitig mit dem Weichselstrome oberhalb der Sanmündung. Großentheils dürfte die rasche Füllung dieser Strecke des Hauptstroms und des unteren San wohl auch durch die Schmelzwassermassen der Flachlandflüsse bewirkt worden sein. Da die größte Wasserführung des San mit derjenigen des Weichselstromes zusammentraf, hatte die Fluthwelle unterhalb der Sanmündung am 23./24. einen sehr flachen Wellenscheitel, als sie an der Pegelstelle Chwalowice vorüberging. Der eigentliche Eisgang fand hier am 24./25. März statt, an den beiden folgenden Tagen Eistreiben, zu dem wohl namentlich die aus dem San kommenden Eisschollen beisteuerten. Außerordentlich schnell (schon am 25. März) wurde Warschau von dem Eisaufbruch und auch vom Fluthscheitel erreicht, woraus sich wieder auf eine starke Wasserzufuhr aus den russisch-polnischen Flüssen schließen läßt. Unterhalb Warschau brach das Eis in Folge dieser Fluthwelle am 26. März auf. Wie aus der Darstellung auf S. 462 hervorgeht, löste sich die Eisdecke im unteren Bug und Narew nach dem russischen Kalender am 14./20 März, also nach unserem Kalender in der Zeit vom 26. März bis 1. April. Jedoch wurden diese Flüsse erst ungefähr zu derselben Zeit vollständig eisfrei, als eine dritte (eisfreie) Anschwellung des Weichselstroms und seiner Nebenflüsse eingetreten war, deren Fluthscheitel bei N.-Berun am 5., bei Krakau am 4., bei Jagodniki, Szczucin und Dzikuw am 5., bei Chwalowice zwischen dem 5. und 6., bei Warschau vom 7. zum 8. und endlich bei Thorn am 10. April vorüberging. Es folgten dann noch mehrere Anschwellungen, und zwar die nächste schon nach etwa vier bis fünf Tagen. Diese übertraf im Mittel- und Unterlauf der Oberen Weichsel die vorangehende sogar an Höhe, blieb dagegen trotz erheblicher Verstärkung durch den San bei Warschau um 0,4 bis 0,5 m unter derselben, wohl weil die Wasserzufuhr aus den russisch-polnischen Flüssen inzwischen vermuthlich

beträchtlich nachgelassen hatte. Nur Bug und Narew scheinen dann wieder einen beträchtlichen Wasserzuschuß gebracht zu haben; denn bei Thorn näherte sich die Höhe dieser Fluthwelle der vorangegangenen wieder bis auf ziemlich 0,1 m, und auch der Umstand läßt auf eine stärkere Wasserabgabe aus dem Narewgebiet schließen, daß z. B. der obere Bug am 28./29. März, die Bjebrza am 9. April, der Pissek in den Tagen vom 13. bis 15. April Hochwasser hatte.

4. Andere Schmelzwasserfluthen. Schlußbemerkungen.

Unter den Hochwassern der folgenden Frühjahre ist namentlich dasjenige vom Jahre 1891 den Stromanwohnern in Erinnerung geblieben. An der Oberen und Mittleren Weichsel stand es den Hochfluthen der Jahre 1888 und 1889 wenig nach; an der Kleinen Weichsel übertraf es dieselben sogar insofern, als es schon bei N.-Berun die Höhe eines Hochwassers erster Ordnung besaß, die es allerdings auf der Oberen Weichsel nicht behauptete, bei Warschau aber wieder annahm. Der Hauptsache nach bildete diese Hochfluth eine einmalige und einheitliche große Anschwellung, in deren Folge auch der Eisaufbruch aus den oberen nach den unteren Strecken fortschritt. So erfolgte der Eisaufbruch, wie die Tabelle auf S. 521 zeigt, bei N.-Berun am 6., bei Krakau in Folge der frühen Einwirkung der Sola und Skawa ebenfalls schon am 6., im Mittel- und Unterlauf der Oberen Weichsel dann wohl fast durchweg am 7. oder 8., nur vielleicht unmittelbar oberhalb der Sanmündung, wie auch in der ersten Strecke der Mittleren Weichsel (Chwalowice und Zawichost) erst am 9. Auch die galizischen Seitengewässer wurden in diesen Tagen sämmtlich durch Hochwasser eisfrei, und zwar schritten die Hochwassererscheinungen und der Eisaufbruch in der Richtung von Westen nach Osten fort. Am frühesten brach das Eis allerdings nicht in der Sola, sondern in der Skawa (2./4. März), die auch zuerst anschwoll. In der Sola und Raba löste sich die Eisdecke etwa zwei Tage später (4./6.). Als der Eisaufbruch in diesen Flüssen durchweg bewirkt war, begann er im Dunajec und in der Biala; nur im Poprad verzögerte er sich noch bis zum 11. März, und die Pegelstelle Golkowice hatte ihn gleichfalls etwas später. In den östlicheren Flüssen vollzog er sich frühestens am 7. März, am spätesten im oberen und mittleren San (bei Przemysl am 11. März), wo gleichfalls der Wasserspiegel am spätesten stieg.

Bemerkenswerth ist, daß der Anstieg des Wassers bei Chwalowice, Warschau und Thorn ziemlich gleichzeitig begann, an letzterer Pegelstelle sogar eher noch etwas früher und lebhafter als an den beiden erstgenannten. Offenbar wurden also auch die russisch-polnischen Flüsse, insbesondere aber der Bug und Narew, von bedeutenden Schmelzwassermengen durchströmt. Bezüglich der letztgenannten Flüsse findet diese Vermuthung noch dadurch eine Bestätigung, daß die Eisdecke des unteren Bug und des unteren Narew ebenfalls schon in den Tagen vom 9. zum 11. März brach. Auch die Eintrittszeiten des Höchststandes geben von dieser Gleichzeitigkeit der Hochwassererscheinungen in den verschiedenen großen Flußgruppen deutlich Zeugniß. Denn der Wellenscheitel trat bei Thorn höchstens einen Tag später ein als bei Dzikuw (wo das Wasser in den letzten zwei Tagen

allerdings nur noch um rd. 0,1 m wuchs), und Warschau hatte den Höchststand sogar etwas früher als Dzikuw, doch nur 1 bis $1\frac{1}{2}$ Tage früher als Thorn. Bei diesen Verhältnissen kann es nicht Wunder nehmen, daß auch der Eisaufbruch sich von der Sanmündung ab sehr rasch stromabwärts fortpflanzte, wobei jedoch überhaupt immer nur streckenweise von einer eigentlichen Fortpflanzung gesprochen werden kann. Der Eisgang begann nämlich bei Chwalowice und Zawichost am 9., bei Nowo-Aleksandrija und Warschau am 10., dagegen unterhalb der Narewmündung bei Plock, Wloclawek und Thorn bereits am 9. März.

Die bisher besprochenen Schmelzwasserfluthen thun wohl zur Genüge dar, wie wesentlich der Verlauf der Hochwassererscheinungen sich in Folge der Einwirkung des Flachlandes umgestalten kann. Naturgemäß kommen aber auch Frühjahrshochwasser vor, die mit den Sommerhochwassern viele Aehnlichkeit haben. Unter den auf S. 477 aufgeführten ist z. B. dasjenige vom März und April 1845 ein solches, obgleich es die Eisdecke des Stromes zu sprengen hatte. Der Höchststand trat damals ein: bei N.-Berun und bei Krakau am 30., bei Zawichost am 31. März/1. April, bei Warschau am 3./4., endlich bei Thorn am 5. April. Nur ein vorhergegangener kleinerer Wellenscheitel am 2. bei letzterer Pegelstelle, der bei Warschau noch nicht ausgeprägt war, fügt sich dem Bilde eines Sommerhochwassers nicht ein. Der Eisaufbruch erfolgte bei N.-Berun am 29. März (für Krakau fehlen Nachrichten darüber), bei Warschau am 1. April, bei Thorn am 31. März.

Fast genau die gleiche Höhe besaß an den Pegelstellen N.-Berun und Warschau das Hochwasser vom März 1854, das an den meisten Stellen den Strom wohl ebenfalls erst vom Eise befreite. Bloß bei N.-Berun war die Eisdecke schon etwa acht Tage zuvor unter einer nur ganz geringen Hebung des Wasserspiegels verschwunden, bei Warschau aber nach Kolberg's Angaben sogar endgültig schon im Februar. Der Höchststand schritt von Krakau bis nach Thorn in der kurzen Zeit von 3 bis $3\frac{1}{2}$ Tagen fort, und zwar trat er bei Zawichost schon an dem nämlichen Tage auf wie bei Krakau, bei Warschau anscheinend etwa $1\frac{1}{2}$ Tage später, und ungefähr die gleiche Zeit oder nur wenig mehr verstrich dann während seiner Fortpflanzung bis nach Thorn. Offenbar gelangten also zunächst einmal die Fluthwellen der galizischen Gewässer wesentlich in derselben Reihenfolge in den Strom wie bei den Sommerhochwassern; sodann dürfte die Speisung aus den russisch-polnischen Flüssen wesentlich lebhafter gewesen sein als nach stärkeren Sommerregen; denn an demselben Tage wie bei N.-Berun und Zawichost und nur einen Tag später als bei Krakau begann auch schon bei Warschau das Strombett sich rasch zu füllen (10. März). Der Aufbruch des Eises fand bei N.-Berun am 3., bei Zawichost am 9., bei Warschau am 11., bei Kulm in der preußischen Strecke des Stromes am 14. März statt, durchweg also drei bis vier Tage vor dem Eintritt des höchsten Wasserstandes, jedoch von Warschau ab mit einer kleinen Verzögerung gegenüber der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Fluthwelle.

Viel verwickelter und gänzlich anders geartet sind die Hochwassererscheinungen, die im März 1855 auftraten (Darstellung der Fluthwellen in den Kartenbeilagen). In einem Abstande von rund 2 Wochen folgten in jenem Monat zwei große Hoch-

fluthen einander; die erste war bei N.=Berun, die zweite bei Warschau erster Ordnung, womit schon angedeutet ist, daß die Bedeutung der ersten stromabwärts geringer, die der zweiten aber größer wurde. Die erste Welle sprengte die Eisdecke bei N.=Berun am 7., bei Krakau und Zawichost am 8. März, die zweite bei Zawichost, wo das Eis am 19. nochmals zum Stehen gekommen war, am 24., bei Warschau am 23., bei Thorn am 24. März. In beiden Fällen schritt der Eisaufbruch außerordentlich viel schneller fort als der betreffende Fluthscheitel. Namentlich die in der ersten Fluthwelle angehäufte Wassermenge muß (vielleicht in Folge mangelnder Wasserzufuhr aus den russisch=polnischen Flüssen) recht wenig zusammengehalten worden sein. Denn diese Welle flachte sich in der Mittleren und Unteren Weichsel dermaßen ab, daß ihr Scheitel, der ungefähr zwei Tage für die Durchmessung der Stromstrecke Krakau—Zawichost gebraucht hatte, von letzterer Pegelstelle bis nach Warschau in der ganz ungewöhnlich langen Zeit von 6 Tagen, in der Stunde also durchschnittlich nur um 1,6 km vordrang. Bis der Höchststand bei Thorn eintrat, dauerte es dann noch 3 Tage, und so waren in diesem Falle die Wellenscheitel bei Krakau und Thorn durch einen 12=tägigen Zeitraum getrennt. Bei der dann in der zweiten Hälfte des Monats folgenden Anschwellung verkürzte sich der entsprechende Zeitraum (Krakau—Thorn) scheinbar auf 2 bis 3 Tage, doch eben nur scheinbar, da in der Kleinen und Oberen Weichsel mehrere Fluthwellen auf einander folgten, die weiter unterhalb wohl in Folge der das Wasser zurückhaltenden Eismassen im Strome in einander übergingen.

Schon diese Beispiele thun wohl zur Genüge dar, daß der Verlauf der Schmelzwasserfluthen sich noch viel mannigfaltiger gestalten kann, als derjenige der Sommerhochwasser, so daß sich der wichtigen Frage einer rechtzeitigen Vorhersage der Hochwasserstände (nach Tag und Höhe) für das Frühjahr noch wesentlich größere Schwierigkeiten in den Weg stellen als für den Sommer. Wir wollen nach diesem Nachweise die Zahl der Einzelschilderungen nicht vermehren, sondern geben zum Schlusse auf S. 520 und 521 nur noch eine tabellarische Uebersicht über die Eisgänge und gleichzeitigen Anschwellungen der neueren Zeit, für welche besonders ausführliche Unterlagen vorhanden sind. Die Anordnung der Tabelle ist dieselbe wie bei der Zusammenstellung in Bd. II S. 435 für die Alle und S. 503 für den Pregelstrom. Für den Memelstrom sind die Eisgänge in entsprechender Weise auf S. 111 und 179 von Bd. II aufgezeichnet. Die in der Tabelle enthaltenen Eisgänge stellen zumeist, jedoch nicht immer, den endgültigen Abschluß der Eisbedeckung dar. Vielmehr ist hauptsächlich darauf Rücksicht genommen, daß der betreffende Eisaufbruch den ganzen ausländischen Gebietstheil ergriff und mit den entsprechenden Erscheinungen im Pregel= und Memelgebiet möglichst gleichzeitig auftrat. Die am Kopfe der Tabelle zu findenden Werthe für das Mittelwasser und mittlere Hochwasser sind dieselben, die (möglichst aus langen Zeiträumen oder der Beobachtungsreihe 1871/95 gebildet) bereits in den einzelnen Abschnitten über den Abflußvorgang zu Grunde gelegt sind. Einige der Angaben in der Tabelle gelten nicht für die betreffende Pegelstelle selbst, sondern in Ermangelung genügender Aufzeichnungen für eine benachbarte; so rührt z. B. gleich die allererste Angabe

Jahr	Sola	Skawa	Raba	Dunajec (Pograd, Biala)					Wisloka		Wislok
	Kobjernice	Wadowice	Proszuwki	A.-Sandec	N.-Sandec	Cjenzkowice	Koszyce	Zabno	Zmigrud	Labuzje	Rzeszuw
	MW = —0,10 m MHW = 1,50	MW = —0,07 m MHW = 1,79	MW = 2,04 m MHW = 5,37	MW = 1,37 m MHW = 2,62	MW = 1,23 m MHW = 2,98	MW = —0,04 m MHW = 1,43	MW = 1,46 m MHW = 3,48	MW = 0,14 m MHW = 3,30	MW = 2,10 m MHW = 3,14	MW = 0,30 m MHW = 3,44	MW = 2,25 m MHW = 4,98
1886	29./3. HW = 0,90 23.-25./3. Eisgang	30./3. HW = 1,00 22./3. Eisgang			30./3. HW = 2,09 30./3. Eisgang			27./3. HW = 2,40 27./3. Eisgang		30./3. HW = 2,10 22./3. Eisaufbruch	29./3. HW = 4,60 29./3. Eisgang
1887	8./3. HW = 0,25 4.-7./3. Eisgang	4.-5./3. HW = 0,70 4./3. Eisgang	3./3. HW = 3,60 26./2. Eisgang		7./3. HW = 1,50 4.-7./3. Eisgang	24.-25./2. HW = 0,50 24.-28./2. Eisgang		4./3. HW = 2,60 4./3. Eisgang		4./3. HW = 2,20 26.-28./2., 4./3. Eisg.	5./3. HW = 1,90 4./3. Eisgang
1890	9./3. HW = 0,20 8.-9./3. Eisgang	10./3. HW = 0,26 10./3. Eisgang	16./3. HW = 3,00 9.-14./3. Eisgang	14./3. HW = 1,88 14.-15./3. Eisgang	15./3. HW = 2,00 9.-14./3. Eisgang	13./3. HW = 0,60 9.-14./3. Eisgang	10./3. HW = 2,00 9./3. Eisgang	10./3. HW = 1,78 10./3. Eisgang	14./3. HW = 2,90 14./3. Eisgang	14./3. HW = 2,30 11./3. Eisgang	16./3. HW = 1,50 12.-14./3. Eisgang
1891	7./3. HW = 0,75 6.-7./3. Eisgang	6./3. HW = 1,20 4.-6./3. Eisgang	4./3. HW = 3,54 4./3. Eisgang	11./3. HW = 1,84 11./3. Eisgang	12./3. HW = 2,40 6.-12./3. Eisgang	11./3. HW = 1,10 6.-12./3. Eisgang	10.-12./3. HW = 3,40 6.-12./3. Eisgang	12./3. HW = 2,80 6.-12./3. Eisgang	13./3. HW = 2,50 10./3. Eisgang	10./3. HW = 2,70 9.-11./3. Eisgang bei Mjelec	8./3. HW = 2,96 8./3. Eisgang
1892	15.-16./3. HW = — 0,10 eisfrei	16./3. HW = 0,13 eisfrei	16./3. HW = 3,10 eisfrei	16./3. HW = 1,46 15./3. Eisgang	16./3. HW = 1,95 15./3. Eisgang	15./3. HW = 0,70 eisfrei	16./3. HW = 2,10 ?	16./3. HW = 1,82 wahrsch. eisfrei	15./3. HW = 2,70 15./3. Eisgang	16./3. HW = 1,50 14./3. Eisg. b. Mjelec	16./3. HW = 1,70 15.-18./3. Eisgang
1893	23./2. HW = 0,50 21./2. Eisaufbruch	23./2. HW = 0,60 21./2. Eisaufbruch	24./2. HW = 3,80 20.-23./2. Eisgang	2.-3./3. HW = 1,71 18./2. Eisaufbruch	23./2. HW = 1,05 19.-22./2. Eisgang	26./2. HW = 1,00 20.-28./2. Eisgang	21./2. HW = 2,50 21./2. Eisaufbruch	23./2. HW = 3,40 21./2. Eisaufbruch	28./2. HW = 3,00 26.-28./2. Eisgang	24./2. HW = 2,30 23./2.-1./3. Eisgang	1./3. HW = 2,50 26./2. Eisgang
1894	12./2. HW = 0,25 eisfrei	12./2. HW = —0,10 eisfrei	12./2. HW = 2,50 eisfrei	13./2. HW = 1,95 13./2. Eisgang	9./2. HW = 1,60 8.-11./2. Eisgang	8./2. HW = 0,50 4.-10./2. Eisgang	9./2. HW = 1,85 9.-10./2. Eisgang	9./2. HW = 1,10 9.-13./2. Eisgang	12./2. HW = 2,50 10./2. Eisgang	12./2. HW = 1,28 8.-11./2. Eisgang	12./2. HW = 1,30 9./2. Eisgang
1895	14.-15./3. HW = 0,40 11.-12./3. Eisgang	13./3. HW = 0,10 13./3. Eisgang	20./3. HW = 3,10 18./3. Eisgang	26./3. HW = 3,50 26./3. Eisgang	20./3. HW = 1,00 19.-20./3. Eisgang	20.-21./3. HW = 0,50 16.-20./3. Eisgang	19./3. HW = 2,00 19.-20./3. Eisgang	20./3. HW = 2,26 19.-20./3. Eisgang	26./3. HW = 2,60 26./3. Eisgang	20./3. HW = 1,25 20./3. Eisgang	21./3. HW = 3,90 20./3. Eisgang
1896	7./3. HW = 0,50 eisfrei	6./3. HW = 0,28 eisfrei	7./3. HW = 2,45 7./3. Eisgang	7./3. HW = 2,40 6.-7./3. Eisgang	7./3. HW = 1,10 10.-11./3. Eisgang	5./3. HW = 0,40 1.-2./3. Eisgang	6./3. HW = 2,08 eisfrei	7./3. HW = 0,71 6.-7./3. Eisgang	6./3. HW = 2,70 6./3. Eisgang	7./3. HW = 1,58 5./3. Eisaufbruch	7./3. HW = 3,90 5./3. Eisgang

Jahr	San			Weichsel							
	Postoluw	Przemysl	Majdan	N.-Berun	Krakau	Jagodniki	Szczucin	Dzikuw	Chwalowice	Warschau	Thorn
	MW = 0,19 m MHW = 2,48	MW = −0,02 m MHW = 3,01	MW = 0,10 m MHW = 2,63	MW = 1,01 m MHW = 3,55	MW = 0,01 m MHW = 2,88	MW = 0,28 m MHW = 3.16	MW = 0,23 m MHW = 3,65	MW = 0,19 m MHW = 3,18	MW = 2,17 m MHW = 4,53	MW = 1,29 m MHW = 4,30	MW = 1,29 m MHW = 4,51
1886	31./3. HW = 0,80 22./3. Eisgang	28./3. HW = 0,75 28.-29./3. Eisgang	29./3. HW = 2,92 29.-31./3. Eisgang	30./3. HW = 3,84	30.-31./3. HW = 2,45 26.-28./3. Eisgang	31./3. HW = 3,35 26.-29./3. Eisgang	1./4. HW = 3,58 27.-29./3. Eisgang	1./4. HW = 2,35 25./3. Eisgang	Zawichost: 29./3. Eisaufbruch	1./4. HW = 4,88 30./3.-4./4. Eisgang	3./4. HW = 6,20 31./3.-3./4. Eisg.
1887	10./3. HW = 1,80 8.-11./3. Eisgang	6./3. HW = 0,50 5./3. Eisgang	7./3. HW = 1,72 5.-8./3. Eisgang	7.-8./3. HW = 2,90	5./3. HW = 0,90 5./3. Eisgang	6./3. HW = 1,70 4./3. Eisgang	6./3. HW = 1,76 4.-7./3. Eisgang	7./3. HW = 1,70 4./3. Eisaufbruch	Zawichost: 4./3. Eisaufbruch	8./3. HW = 3,73 nicht zugefroren	10./3. HW = 3,98 4.-11./3 Eisgang
1890	15./3. HW = 1,90 15./3. Eisgang	15./3. HW = 1,08 15.-17./3. Eisgang	15./3. HW = 1,60 14.-16./3. Eisgang	10./3. HW = 2,60 10./3. Eisgang	14./3. HW = 0,40 10./3. Eisgang	12./3. HW = 1,35 11./3. Eisgang	12./3. HW = 1,12 10.-13./3. Eisgang	14./3. HW = 1,38 15./3. Eisgang	16./3. HW = 3,47 14.-16./3. Eisgang	18./3. HW = 2,76 Eistreiben	20./3. HW = 3,32 eisfrei
1891	11./3. HW = 1,80 11./3. Eisgang	9./3. HW = 1,50 9./3. Eisgang	12./3. HW = 2,30 9.-11./3. Eisgang	8./3. HW = 4,10 6.-7./3. Eisgang	9./3. HW = 2,30 5.-6./3. Eisgang	7./3. HW = 3,90 8.-9./3. Eisgang	13./3. HW = 3,30 7./3. Eisaufbruch	9./3. HW = 4,20 8.-9./3. Eisgang	12./3. HW = 4,66 9.-11./3. Eisgang	11./3. HW = 5,76 10.-16./3. Eisgang	13./3. HW = 7,67 10.-13./3. Eisgang
1892	15./3. HW = 2,00 15./3. Eisgang	16./3. HW = 2,40 16.-18./3. Eisgang	18./3. HW = 1,68 16.-19./3. Eisgang	5. u. 19./3. HW = 1,40 11./3 Eisaufbruch	17.-18./3. HW = 0,00 15./3. Eisgang.	17./3. HW = 1,20 14./3. Eisgang	17./3. HW = 1,56 eisfrei	19./3. HW = 3,16 22.-23./3. Eisgang	18./3. HW = 3,86 20.-22./3. Eisgang	20./3. HW = 3,58 19.-22./3. Eisgang	22./3. HW = 4,02 21./3. Eisgang
1893	28./2. HW = 1,90 27.-28./2. Eisgang	27./2. HW = 1,60 27./2. Eisaufbruch.	27./2. HW = 3,20 21.-22./2., 27./2.-2./3. Eisgang	24./2. HW = 3,33 20./2. Eisgang	24./2. HW = 1,70 19.-22./2. Eisgang	27./2. HW = 2,52 21.-25./2. Eisgang	28./2. HW = 2,45 22.-23./2. Eisgang	28./2. HW = 2,68 26.-28./2. Eisgang	26./2. HW = 4,65 26./2.-2./3. Eisgang	1./3. HW = 4,57 21./2.-4./3. Eisgang	3./3. HW = 4,78 28./2. Eisgang
1894	12./2. HW = 1,80 12./2. Eisgang	12.-13./2. HW = 0,60 11./2. Eisgang	14./2. HW = 1,51 7.-11./2. Eisgang	5./2. HW = 1,40 5./2. Eisgang	12.-13./2. HW = 0,10 6./2. Eisgang	9./2. HW = 1,15 9.-11./2. Eisgang	13./2. HW = 1,32 10./2. Eisgang	10./2. HW = 3,20 9.-11./2. Eisgang	12./2. HW = 2,50 10./2. Eisgang	16./2. HW = 3,07 8./2. Eisaufbruch	7./2. HW = 1,04 7./2. Eisgang
1895	26./3. HW = 1,90 26./3. Eisgang	30./3. HW = 2,50 26.-27./3. Eisgang	26./3. HW = 2,36 25.-28./3. Eisgang	16./3. HW = 2,30 16./3. Eisgang	26./3. HW = 1,95 19./3. Eisgang	20.-21./3. HW = 2,20 20.-21./3. Eisgang	21./3. HW = 2,50 20.-21./3. Eisgang	26./3. HW = 4,30 26.-28./3. Eisgang	27./3. HW = 4,60 26.-28./3. Eisgang	28./3. HW = 4,80 24.-31./3. Eisgang	30./3. HW = 6,09 27.-28./3. Eisgang
1896	6./3. HW = 2,30 6./3. Eisgang	7./3. HW = 2,00 7.-13./3. Eisgang	8./3. HW = 1,52 6.-9./3. Eisgang	7./3. HW = 1,95 eisfrei	8./3. HW = 0,20 5./3. Eisgang	8./3. HW = 1,16 5.-7./3. Eisgang	9./3. HW = 1,20 6.-7./3. Eisgang	8./3. HW = 1,20 6.-9./3. Eisgang	9./3. HW = 3,65 8.-11./3. Eisgang	12./3. HW = 3,07 4.-15./3. Eistreiben	13./3. HW = 3,38 11.-15./3. Eisgang

über den Eisgang (1886) nicht von der Pegelstelle Kobjernice, sondern von Oswjencim her. Erwähnt sei endlich noch, daß die Eisgänge der Jahre 1888 und 1889 in der Tabelle nicht berücksichtigt sind, weil ihnen bereits eine eingehende Beschreibung (mit Abbildungen im Atlas) zu Theil geworden ist.

Die wichtigsten aus dieser Tabelle hervorgehenden Schlußfolgerungen sind oben schon erwähnt, so z. B. die Erscheinung, daß im unteren Poprad der Eisaufbruch oft erst später eintritt als an den weiter von den Zentralkarpathen entfernten Pegelstellen des Dunajecgebietes (1890, 91, 94, 95 bei A.-Sandec), wogegen die Biala, die häufig das Sommerhochwasser am rascheſten in die unterste Strecke des Dunajec bringt, vielfach auch eine besonders frühzeitige Lösung der Eisdecke zeigt (1887, 94, 95, 96 bei Cjenzkowice und Koszyce). Eine ähnliche Verfrühung macht sich öfters bei der Kleinen Weichsel geltend im Einklang damit, daß in der Oberen Weichsel der Eisaufbruch häufig in ebenso unstetiger Weise stromabwärts schreitet, wie sein Vordringen von Westen nach Osten bei den Gebirgsflüssen unstetig stattfindet; ein ausgeprägtes Beispiel hierfür bietet das Frühjahr 1895. Im Einzelnen zeigt sich von Jahr zu Jahr ein bunter Wechsel der Erscheinungen, wie dies nach den Bemerkungen auf S. 506/9 zu erwarten ist. Eine durchgehende Uebereinstimmung besteht aber darin, daß der Eisaufbruch beim Ansteigen des Hochwassers, also mehr oder weniger lange Zeit vor dem Eintritt des Höchststandes erfolgt; zuweilen ist bei diesem der Strom oder Fluß schon eisfrei.

Die ganze Darstellung des Verlaufes der Schmelzwasserfluthen und Eisgänge lehrt, daß hierbei die Flachlandflüsse eine weit größere Rolle spielen als bei den vorzugsweise aus den Gebirgsflüssen stammenden Sommerhochfluthen. Besonders üben Narew und Bug eine bedeutende Einwirkung auf das Verhalten des Frühjahrshochwassers in der Unteren Weichsel aus. Für eine möglichst frühzeitige Voraussage der Höhe und Eintrittszeit des Höchststandes bei Thorn wäre daher die telegraphische Meldung der Wasserstände und Eisverhältnisse von geeigneten Pegelstellen der Oberen Weichsel, des Narew und Bug nothwendig. Die jetzt bereits erfolgenden Meldungen aus Warschau und Zakroczym können aber weder bei den Hochfluthen des Frühjahrs, noch bei denen des Sommers entbehrt werden.





